



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

경제학석사학위논문

기업규모의 매개효과와
외부 연구개발 투자의 성과

2018년 2월

서울대학교 대학원

농경제사회학부

김 경 호

기업규모의 매개효과와 외부 연구개발 투자의 성과

지도교수 정 진 화

이 논문을 경제학석사학위논문으로 제출함

2018년 2월

서울대학교 대학원

농경제사회학부 농업 · 자원경제학전공

김 경 호

김경호의 석사학위논문을 인준함

2018년 2월

위 원 장 _____ (인)

부 위 원 장 _____ (인)

위 원 _____ (인)

국문초록

기업규모의 매개효과와 외부 연구개발 투자의 성과

서울대학교 대학원

농경제사회학부

김경호

혁신은 기업성과를 제고하며, 연구개발 투자는 혁신수행에 필수적인 투입요소이다. 기술적 복잡성이 증대되고 상품의 생명주기가 축소됨에 따라, 기업이 외부 기관에 R&D 활동을 위탁하는 외부 R&D 투자가 기업생산성에 미치는 효과가 주목받고 있다. 외부 R&D 투자는 기업 외부의 자원을 혁신에 활용하는 개방형 혁신(Open Innovation)의 한 형태라 할 수 있다.

본 연구의 목적은 첫째, 기업의 외부 R&D 투자가 기업생산성에 미치는 영향을 분석하는 것이다. 둘째는 외부 R&D 효과에 기업규모가 미치는 영향을 분석하는 것이다. 외부 R&D 투자는 혁신활동에 소요되는 시간을 줄이고, 비용효율성을 제고하는 수단으로 활용

되어왔다. 또한 외부 R&D는 기업 외부의 연구역량을 활용하고 기업의 지식자원을 다원화하는 창구로서도 기능하고 있다. 외부 R&D의 결정요인과 외부 R&D가 혁신성장에 미치는 영향에 대해서는 여러 연구들에 의해 분석되어 왔다. 하지만 기업규모 변수는 외부 R&D의 결정요인으로서만 고려되었을 뿐 혁신성장에 미치는 기업규모의 매개효과는 대부분의 연구에서 다루어지지 않았다. 이에 본 연구는 외부 R&D의 성과에 대한 기업규모의 매개효과를 분석하였다.

이를 위해 먼저, 선행연구를 검토하여 기업 외부 R&D가 왜 혁신성장에 기여하며, 자체 R&D의 효과와는 어떠한 차이가 있는지를 확인하였다. 그리고 R&D 투자와 기업생산성에 관한 모형을 설정하고, 기업생산성을 추정하기 위해 기업 단위의 자료를 바탕으로 한 생산함수의 추정에 대해서도 논의하였다.

2006년부터 2015년까지 「기업활동조사」의 제조업 기업 자료를 활용한 실증분석에서는 전체 제조업과 기술수준에 따라 분류한 제조업 부문별로 생산함수를 추정하였고, 기업 단위 총요소생산성도 도출하였다. 그리고 추정된 총요소생산성의 결정요인을 분석하여 외부 R&D의 효과와 기업규모의 매개효과를 확인하였다. 분석방법으로는 통상최소자승법(OLS)과 함께 분위회귀분석(Quantile regression)을 활용하여 생산성 수준에 따른 외부 R&D 투자 효과의 이질성을 확인하고자 하였다.

실증분석 결과는 다음과 같다. 첫째, 외부 R&D 투자는 기업생산성에 긍정적으로 기여하였다. 저기술 제조업을 제외하고는 외부 R&D 투자의 OLS 회귀계수가 양으로 유의하였으며, 저기술 제조업의 경우에도 분위회귀분석에서는 외부 R&D 투자가 기업생산성에 기여하였다. 이러한 결과는 자체 R&D 투자를 통제한 가운데에서도 도출된 것으로, 자체 R&D 투자와 대비되는 외부 R&D의 고유한 효

과를 드러내었다고 할 수 있다.

둘째, 외부 R&D 투자와 기업규모의 매개효과는 전반적으로 기업 생산성에 기여하지 않거나, 기여하더라도 그 효과는 자체 R&D의 경우보다는 약하게 나타났다. 이는 기업규모에 따른 외부 R&D 효과의 차이가 크지 않다는 것을 의미한다. 그 원인은 외부 R&D 활동의 수행이 상대적으로 용이하기 때문이다. 자체 R&D 투자를 수행하기 위해서는 지속적인 물적 투자와 함께 R&D 인력도 유지되어야 한다. 하지만 외부 R&D는 상대적으로 적은 역량의 투입으로도 수행가능하며, R&D 전(全) 과정에 대한 관리를 요구하지도 않는다. 따라서 자체적인 연구역량이 부족한 중소기업도 일정 수준의 관리 및 흡수능력을 갖춘다면 외부 R&D 투자를 통해 기업생산성을 개선할 수 있다. 이러한 본 연구의 분석결과는 중소기업의 개방형 혁신 활동 수행에 합리적인 근거를 부여하는 것이다.

이러한 분석결과는 외부 R&D가 유효한 혁신수단이라는 점을 나타낸다. 따라서 기업간 네트워크의 형성을 통해 협력대상의 탐색을 지원하는 것과 같은 정책은 외부 R&D 투자에 대한 기업의 접근성을 높여 혁신성과를 제고할 수 있다. 특히, 기업규모의 효과에 대한 분석결과는 중소기업도 이러한 지원정책으로부터 편익을 얻을 수 있음을 시사한다.

주요어: 외부 R&D, 기업규모, 총요소생산성, 분위회귀분석

학 번: 2016-21478

<목 차>

| | |
|---------------------------------------|----|
| 제 1 장 서론 | 1 |
| 제 1 절 연구 배경 및 필요성 | 1 |
| 제 2 절 연구 목적 및 방법 | 3 |
| 제 3 절 선행연구 검토 | 5 |
| 제 4 절 논문의 구성 | 10 |
| 제 2 장 이론적 배경 | 11 |
| 제 1 절 R&D 투자와 기업생산성 | 11 |
| 제 2 절 기업단위 생산성의 추정 | 14 |
| 제 3 장 분석자료와 모형 | 18 |
| 제 1 절 분석자료 | 18 |
| 제 2 절 기업규모 및 R&D 투자 현황 | 20 |
| 제 3 절 분석모형 | 28 |
| 제 3 절 변수설정 및 기초통계 | 31 |
| 제 4 장 실증분석 결과 | 33 |
| 제 1 절 생산함수 추정 결과 | 33 |
| 제 2 절 외부 R&D 효과 및 기업규모의 효과 추정결과 | 35 |
| 제 5 장 요약 및 결론 | 48 |

| | |
|----------------|----|
| 참고 문헌 | 51 |
| 부 록 | 57 |
| Abstract | 75 |

<표 목차>

| | |
|---|----|
| <표 3-1> 기술수준에 따른 산업부문 구별 | 19 |
| <표 3-2> R&D 투자액 및 R&D 집약도 현황 | 21 |
| <표 3-3> 산업부문에 따른 기업규모 분포 (관측치 수) | 22 |
| <표 3-4> 기업규모, 산업부문에 따른 외부 R&D 참여 기업 현황 | 23 |
| <표 3-5> 자체 R&D 투자액 대비 외부 R&D 투자액 비중 ... | 23 |
| <표 3-6> 주요 변수의 조작적 정의 | 32 |
| <표 3-7> 주요 변수 기초통계량 | 32 |
| <표 4-1> 생산함수 추정결과: Olley and Pakes(1996) 방법 ... | 34 |
| <표 4-2> 생산함수 추정결과: OLS | 34 |
| <표 4-3> 기업별 총요소생산성 결정요인 분석 결과: 전체 제조업 | 39 |
| <표 4-4> 기업별 총요소생산성 결정요인 분석 결과: 첨단기술 제조업 | 40 |
| <표 4-5> 기업별 총요소생산성 결정요인 분석 결과: 중기술 제조업 | 41 |
| <표 4-6> 기업별 총요소생산성 결정요인 분석 결과: 저기술 제조업 | 42 |
| <표 4-7> 기업별 총요소생산성 결정요인 분석 결과: 전자제품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비 제조업 | 45 |
| <표 4-8> 기업별 총요소생산성 결정요인 분석 결과: 전기장비 제조업, 기타 기계 및 장비 제조업 | 46 |
| <표 4-9> 기업별 총요소생산성 결정요인 분석 결과: 식료품 제조업, 음료제조업 | 47 |

<그림 목차>

| | |
|---|----|
| <그림 3-1> 자체 및 외부 R&D 집약도 추이 | 24 |
| <그림 3-2> 자체 및 외부 R&D 집약도 추이: 100인 미만 기업 | 25 |
| <그림 3-3> 자체 및 외부 R&D 집약도 추이: 100~300인 기업 | 25 |
| <그림 3-4> 자체 및 외부 R&D 집약도 추이: 300인 이상 기업 | 25 |
| <그림 3-5> 자체 및 외부 R&D 집약도 추이: 첨단기술 제조업 | 26 |
| <그림 3-6> 자체 및 외부 R&D 집약도 추이: 중기술 제조업 | 26 |
| <그림 3-7> 자체 및 외부 R&D 집약도 추이: 저기술 제조업 | 26 |
| <그림 3-8> 기업규모에 따른 R&D 활동 수행 현황 | 27 |

<부표 목차>

| | |
|---|----|
| <부표 1> 생산함수 추정 결과: 전체 제조업 및 산업부문 | 57 |
| <부표 2> 기업별 중요소생산성 결정요인 분석 결과: 전체 제조업 | 59 |
| <부표 3> 기업별 중요소생산성 결정요인 분석 결과: 첨단기술 제조업 | 62 |
| <부표 4> 기업별 중요소생산성 결정요인 분석 결과: 중기술 제조업 | 64 |
| <부표 5> 기업별 중요소생산성 결정요인 분석 결과: 저기술 제조업 | 66 |
| <부표 6> 생산함수 추정 결과: 개별산업군 | 68 |
| <부표 7> 기업별 중요소생산성 결정요인 분석 결과: 전자제품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비 제조업 | 69 |
| <부표 8> 기업별 중요소생산성 결정요인 분석 결과: 전기장비 제조업, 기타 기계 및 장비 제조업 | 71 |
| <부표 9> 기업별 중요소생산성 결정요인 분석 결과: 식료품 제조업, 음료제조업 | 73 |

제 1 장 서 론

제 1 절 연구 배경 및 필요성

기업의 혁신활동은 기업성과를 개선하는 핵심 요인이며, 국가의 경제성장에도 기여한다. 그리고 기업의 연구개발(R&D) 투자는 혁신을 창출하는 주요한 투입요소라 할 수 있다(Griliches, 1979). 특히, 기술적 복잡성이 증대되고 상품의 생명주기가 축소됨에 따라, 기업이 내부의 자원을 투입하여 수행하는 자체 R&D 뿐만 아니라 기업이 다른 기업, 연구소 등의 외부 기관에 R&D 활동을 위탁하는 외부 R&D 투자¹⁾가 혁신에 미치는 효과 또한 주목받고 있다.

외부 R&D 활동은 혁신의 활로를 기업 외부로까지 확장시킨다는 점에서, 자체 R&D 활동과 차별화된다. 혁신경로의 확장을 통해 기업은 혁신에 소요되는 시간과 비용을 절감하고 경쟁력을 확보하고자 한다. 또한 외부 R&D는 다른 경제주체의 노하우를 습득하는 수단으로 기능할 수 있으며, 기업이 보유한 지식자원을 다양화하는 데에도 기여한다. 따라서 외부 R&D는 시장에서의 우위를 유지하기 위해 지속적으로 혁신을 수행하고 지식자원을 획득해야하는 대기업과, 비용과 인력 등의 부족으로 자체 역량으로는 적극적으로 혁신활동을 수행하기 어려운 중소기업 모두에게 유용한 기회라 할 수 있다.

한편, 기업규모와 기술혁신 사이의 관계는 Schumpeter(1942) 이후로 많은 연구가 이루어져 왔다. Schumpeter(1942)는 더 많은 자원을 보유한 대기업이 더 적극적으로 R&D에 투자하고, 혁신을 견인한다

1) 외부 R&D(external R&D)는 여러 연구들에서 연구 계약(contract R&D), 연구 조달(procurement R&D), R&D 외주화(R&D outsourcing) 등으로 서술된다.

고 주장하였다. 반면 Arrow(1962)는 경쟁적인 시장이 혁신을 추동한다고 여겨, 중소기업의 적극적인 혁신활동 수행 가능성을 함의하였다. 기업규모와 혁신활동 사이의 관계는 많은 연구자들의 이목을 끈 전통적인 연구주제로서 다양한 이론적, 실증적 연구가 이루어져왔다. 그러나 외부 R&D 투자에 대해서는 기업규모의 매개효과에 대한 연구가 활발하게 이루어지지 않았다.

본 연구는 기업규모와 기술혁신 사이의 관계를 외부 R&D 활동에 대해서도 분석하여, R&D 투자의 영향에 대한 이해를 넓히고자 한다. 기업규모는 기업의 R&D 투자 의사결정과 혁신성장에 영향을 미치는 주요한 변수이다. 그러나 기업규모와 R&D에 관한 분석은 대체로 기업의 내부 R&D나 전체 R&D 투자를 중심으로 이루어져왔으며, 외부 R&D의 경우에는 기업규모가 외부 R&D의 결정요인으로서 고려되었을 따름이다(Narula, 2001; Nakamura and Odagiri, 2005; Stanko and Calantone, 2011). 이경희 외(2011)는 외부 R&D의 효과에 대한 기업규모의 매개효과를 고려하였으나, 이 연구는 외부 R&D 수행여부(수행 / 미수행 여부로 더미변수 부여)만을 고려하여 외부 R&D 투자의 양적 차이를 고려하지 못하였다는 한계를 지닌다. 본 연구는 외부 R&D의 영향과 기업규모의 매개효과를 국내 제조업 기업의 외부 R&D 투자액 자료를 활용하여 분석한다. 이를 통해 본 연구는 기업규모와 R&D의 관계에 대한 논의에 기여하고, 외부 R&D와 혁신에 대한 시사점을 제공할 수 있을 것으로 기대된다.

제 2 절 연구 목적 및 방법

본 연구의 목적은 기업의 외부 R&D 투자가 기업의 혁신성과에 미치는 영향을 분석하는 것이며, 기업규모의 매개효과를 파악하는 것 역시 본 연구의 목적이다. 이를 위해 본 연구는 기업단위의 총요소생산성 변화를 혁신성으로 간주하였으며, 먼저 기업단위의 총요소생산성을 추정하였다. 그리고 추정된 총요소생산성을 종속변수로 하여 외부 R&D의 영향과 기업규모의 매개효과를 실증분석하였다.

기업의 총요소생산성을 분석하기 위해서는 기업수준의 자료를 바탕으로 생산함수를 추정해야 한다. 그런데 기업단위의 자료로 생산함수를 추정하는데 통상최소자승법(Ordinary Least Squares; OLS)을 사용하면 편이 추정량이 도출될 수 있다. 이는 OLS 추정이 연구자에게 관찰되지 않는 기업의 생산성과 생산요소 투입 결정 사이의 내생성을 통제하지 못하기 때문이다. 이러한 경우 기업생산성의 효과가 생산요소에 귀속되어 생산요소의 한계생산성을 과대추정하게 된다. 따라서 본 연구는 Olley and Pakes(1996)가 제안한 방법을 활용하여 생산함수를 추정한다. 이 방법은 기업의 물적자본 투자를 기업생산성을 대리(proxy)하는 변수로 활용한다. 그리고 준모수적인 방법으로 생산함수를 추정하여, 기업의 생산성과 생산요소 투입 사이의 편이를 경감한다.

본 연구는 이상의 방법을 통해 추정된 기업의 총요소생산성을 종속변수로 하여, 외부 R&D의 영향을 통상최소자승법과 분위회귀모형(Quantile regression model)을 통해 분석한다. 기업규모의 매개효과는 R&D 투자와 기업규모 변수 사이의 교차항을 통해 확인된다. 본 연구에서 분위회귀분석을 함께 시행하는 이유는 생산성 분위에 따라 외부 R&D의 효과가 이질적일 수 있기 때문이다. 성공한 혁신

활동은 기업의 생산성을 크게 제고하나, 그렇지 못한 시도는 오히려 기업성장에 악영향을 미치기도 한다. 이러한 R&D 성과의 불확실성으로 인해, R&D 투자의 효과는 생산성 수준에 따라 크게 상이할 수 있다(Coad and Rao, 2008).

실증분석에는 2006년부터 2015년까지의 「기업활동조사」 제조업 표본이 활용되었다. 전체 제조업에 대한 분석과 함께 제조업 부문을 첨단기술 제조업, 중기술 제조업, 저기술 제조업으로 분류하여 각각에 대한 분석도 시행하였다. 이를 통해 산업별로 외부 R&D와 기업 규모의 매개효과를 확인하고, 시사점을 도출하였다. 그리고 몇몇 개별 산업에 대한 분석도 병행하여 산업부문의 분석결과와 비교하였다.

제 3 절 선행연구

Chesbrough(2006)는 외부 주체와의 네트워크 형성, 외부로부터의 지식유입이 기업 내부의 혁신활동 못지않게 중요한 혁신경로라는 점을 개방형 혁신(Open Innovation)이라는 개념을 통해 제기하였다. 기업의 내부 혁신역량에 의존하는 것만으로는 기술적 복잡성이 증대되고 상품의 생명주기가 축소되는 상황에 대처하기 어려우며 (Berchicci, 2013), 기업은 외부 주체와 전략적 협력관계를 형성하여 이러한 상황에 대응하고자 한다(Hagedoorn, 1993). 외부 R&D 투자는 개방형 혁신활동 중 하나이며, 외부 R&D 활동을 통해 기업은 기술기반을 확대하고 지식의 획득경로를 다양화할 수 있다(Kogut and Zander, 1992).

기업의 R&D 외주화 의사결정에 대한 이론에는 다음과 같은 것들이 있다. 먼저, 거래비용이론(transaction cost theory)에서는 기업이 직면하는 명시적, 암묵적 비용이 기업의 행동을 결정하는 핵심 요인이라고 주장한다. 이는 R&D 투자에 관한 의사결정에서도 마찬가지이며(Pisano, 1990), 다른 경제주체에게 R&D 활동을 위탁하는 것은 기업이 선택할 수 있는 하나의 대안이다(Katz, 1986). 대체로 한 기업이 다방면의 R&D 활동을 모두 수행하는 것은 기업운영의 효율성을 저하시키며, 주변적인 R&D 활동을 위탁하는 것이 비용효율성 측면에서 합리적이다. 거래비용 이론에 따르면, 거래빈도나 기술적 불확실성이 적어 거래비용이 낮을 경우 기업은 R&D를 외주화하나, 지식의 전유성(appropriability) 문제나 도덕적 해이가 발생할 수 있는 경우 기업은 외부 R&D의 비용이 크다고 판단하며 R&D 활동을 내부화한다(Spithoven and Teirlinck, 2015).

다른 한편으로 외부 R&D를 통한 기업의 자원확보에 주목한 연구

들도 존재한다. 자원중심이론(resource based theory)에 따르면 각 경제주체가 보유한 지식자원은 모방하기 어렵기 때문에(Barney, 1991; Das and Teng, 2000), 외부의 지식자원을 확보하는 데에 외부 R&D가 내부 R&D보다 더 나은 수단이 될 수 있다. 예를 들어, 대학과의 R&D 계약은 새로운 과학지식을 확보하는 창구로 활용될 수 있으며, 다른 기업과의 협력으로부터는 혁신창출 및 사업화에 관한 좀더 직접적인 노하우를 기대할 수 있다(Nicholls-Nixon and Woo, 2003). 이렇게 외부 R&D를 통해 확보된 다양한 지식자원은 기업성과의 개선에 기여한다(Leiblein and Miller, 2003; Stanko and Calantone, 2011).

하지만 외부 R&D 투자의 성과를 효율적으로 활용하기 위해서는 기업 내부의 흡수능력(absorptive capacity)이 전제되어야 한다(Cohen and Levinthal, 1990; Cassiman and Veugelers, 2002). 이는 외부 R&D를 관리하고 연구 결과를 활용하는데 기업의 자체적인 연구역량이 요구되기 때문이다. 여러 연구들에서 내부 R&D 활동을 기업의 흡수능력을 대리하는 변수로 활용하였으며(Cassiman and Veuglers, 2006; Berchicci, 2013; Han and Bae, 2014; Spithoven and Teirlinck, 2015), Krzeminska and Eckert(2016)는 제품혁신에 대하여 두 R&D 투자의 상호보완적인 효과를 확인하기도 하였다.

외부 R&D 투자 여부를 결정하는 요인으로서는 기업규모와 함께 기업의 내부 R&D 투자, 지식의 전유가능성, 확산효과의 유입과 함께 수출집약도, 경쟁기업과의 관계 등도 거론되었다(Veugelers and Cassiman, 1999; Spithoven and Teirlinck, 2015). 기업규모가 외부 R&D 투자에 관한 의사결정에 미치는 영향에 대해 살펴보면, Veugelers and Cassiman(1999)은 소규모 기업일수록 R&D를 외주화하고, 500인 이상 규모의 기업은 자체 R&D와 외부 R&D 모두를

더 적극적으로 수행함을 보였다. Stanko and Calantone(2011)는 대체로 대기업이 더 적극적으로 외부 R&D 투자를 수행한다고 주장하였다. 대기업이 광범위한 R&D 활동을 더 활발하게 수행하므로, R&D를 위탁하는 빈도 또한 높기 때문이다(Nakamura and Odagiri, 2005). 그러나 R&D 외주화가 중소기업들에게 기술적 기회를 제공하는 점 또한 분명하다(Narula, 2001). 대기업과 달리 중소기업은 제한된 내부 역량으로 인하여 외부에서 기술적 자원을 획득해야하는 경우가 많기 때문이다.

외부 R&D 활동이 기업의 혁신성장에 미치는 영향을 연구한 실증 분석들을 살펴보면, 먼저 외부 R&D 투자가 제품혁신에 기여하는 것으로 나타났다(Nicholls-Nixon and Woo, 2003; Frenz and Ietto-Gillies, 2009). 이는 외부 파트너를 통해 획득할 수 있는 다양한 지식자원이 기업의 신제품 개발 과정에서 활용되기 때문이다. 다른 일군의 연구들은 전체 R&D 투자 대비 외부 R&D 투자의 비중이 기업의 혁신성과 역U자 형태의 비선형 관계를 지닌다는 것을 확인하였다(Bönte, 2003; Berchicci, 2013). 이는 외부 R&D 투자가 일정 수준까지는 신속한 기술획득을 통한 경쟁력 확보와 지식자원의 다양화에 기여하지만, 지나치게 외부 R&D에 의존하는 것은 조직 및 관리비용의 증가로 이어져 혁신성장을 저해하기 때문이다(Berchicci, 2013).

또한 기업의 혁신성장에 외부 R&D가 미치는 영향이 자체 R&D와 상이하다는 점을 드러낸 연구들도 있다. Beneito(2006)에 따르면, 기업의 외부 R&D가 자체 R&D와는 달리 특허의 등록에 유의한 영향을 미치지 못하였으나, 실용신안의 등록에는 긍정적으로 기여하였다. 이는 외부 R&D가 한계적인 생산성의 증대에 기여한다는 점을 함의하며, Huang et al.(2009)은 외부 R&D로 인한 개발비용의 경감

을 그 원인으로 꼽았다. Castellani and Pieri(2013)는 외부 R&D가 지역생산성에 긍정적인 영향을 미친다는 점을 확인하였다.

한편, 기업규모와 생산성의 관계에 대한 연구를 개괄하면 다음과 같다. 먼저, Schumpeter(1942)는 더 많은 자원과 시장지배력을 보유한 대기업이 적극적으로 R&D에 투자하고 혁신을 견인할 것이라고 보았다. 하지만 Arrow(1962)는 경쟁시장 하에서 기업이 혁신에 투자할 유인이 더 크다고 주장하였으며, 이는 중소기업의 혁신주도 가능성을 함의한다. 중소기업이 대기업에 비해 혁신에 유리한 조직구조를 지니고 있다는 점도 중소기업의 혁신주도 가능성을 지지한다(Link and Bozeman, 1991). 한편, 실증분석에 기반하여 기업규모와 혁신 사이의 역U자형 관계가 성립함을 주장한 연구들도 있었다(Scherer, 1965; Tsai and Wang, 2005). 그리고 중소기업은 대기업에 비하여 기업 외부의 지식을 더 적극적으로 활용한다는 점도 지적되었다(Audretsch and Vivarelli, 1996; Baumann and Kritikos, 2016). 그리고 기업규모 변수의 선택에 따라 기업규모와 R&D 효과 사이의 관계가 상이한 양상을 보인 연구도 있었다(김진영·윤유진, 2009).

외부 R&D에 관한 국내 연구들을 제시하면 다음과 같다. 박경도·윤지웅(2007)은 외부 R&D 투자의 결정요인을 연구하였으며, 내부 R&D와 외부 R&D가 보완성을 갖는 것으로 분석하였다. 임효정·이원영(2009)의 분석에서 기업의 기술수준, 자체 R&D 집약도, 기업규모가 외부 R&D 투자 비중과 역U자형의 관계를 보였다. 서환주 외(2009)는 R&D 외주화가 규모의 경제 효과를 보이며, 2005년 이후 외부 R&D의 효과가 그 이전보다 증가하는 것을 확인하였다. 이경희 외(2011)는 외부 R&D의 배경과 결정요인, 그리고 기업성장에 미치는 영향을 종합적으로 연구하였다. 이경희 외(2011)에 따르면 기

업의 기술역량, 기업규모, 기업의 서울 소재여부 등이 외부 R&D 수행확률을 높였다. 또한 외부 R&D가 1인당 매출액 등의 성과지표에 기여하며, 기업규모가 클수록 외부 R&D의 효과가 더 크다는 점을 확인하였다. 하지만 이 연구는 기업의 외부 R&D 참여여부만을 통제하여 외부 R&D 투자 수준의 영향을 반영하지 못하였다는 점에서 한계를 지닌다.

제 4 절 논문의 구성

본 논문은 총 5장으로 구성되어 있다.

1장에서는 연구의 배경 및 필요성을 제시하고, 연구의 목적과 방법을 소개한다. 그리고 선행연구를 검토하여 기존 연구의 흐름을 확인한다.

2장에서는 외부 R&D 투자와 기업생산성 사이의 관계에 관한 모형을 제시하며, 기업단위의 자료를 활용하여 생산함수를 추정하는 방법을 논의한다.

3장에서는 분석자료와 실증분석 모형을 제시하고, 외부 R&D 현황을 개괄하며 기초통계를 확인한다.

4장에서는 외부 R&D와 기업생산성, 그리고 기업규모의 매개효과에 대한 분석결과를 제시하고, 결과의 함의를 설명한다.

끝으로 5장에서는 연구의 결과를 정리하고, 시사점과 한계를 제시하며 연구를 마무리한다.

제 2 장 이론적 배경

제 1 절 R&D 투자와 기업생산성

혁신은 기업의 생산성을 제고하는 가장 유용한 수단이라 할 수 있으며, R&D 투자는 혁신의 밑바탕이 된다. 그리고 여러 선행연구들은 외부 R&D 투자가 기업 외부의 지식자원과 노하우를 전달하고, 혁신활동의 시간 및 비용효율성을 높여 기업의 혁신성장에 기여함을 보여왔다. 따라서 기업생산성 결정요인 분석에서 R&D 투자는 반영되어야 하며, 자체 R&D와 외부 R&D를 구분하여 외부 R&D의 효과를 식별할 수 있다.

R&D 투자를 반영하여 생산성을 분석한 고전적 연구로는 Solow(1957)와 Griliches(1979)를 들 수 있다. 특히, Griliches(1979)는 지식자본모형(Knowledge capital model)을 통해 R&D 투자로 구축된 지식자본을 생산요소로 상정한 효시적인 연구이다. 이 연구에서 R&D 투자는 물적자본에 대한 투자와 마찬가지로 자본으로서 축적되며, 감가상각된다. 이후 수많은 연구에서 지식자본모형을 통해 R&D 투자의 효과를 설명하였다.

하지만 지식자본모형은 분석의 시행에 있어 몇 가지 난점이 존재한다. 먼저, 지식자본 스톡의 감가상각률을 추정하는 것이 상당히 어렵다. 지식자본의 감가상각률을 추정하여 상정하는 것은 물적자본의 경우보다 더 까다로우며, 대체로 지식자본에 대해 일정 수준의 감가상각률을 가정하여 분석을 수행한다(Cuneo and Mairesse, 1984; Hall et al., 2010). 이와 함께, R&D 투자의 시계열이 길지 않거나 초기 지식자본스톡에 대한 정보가 적은 경우도 종종 발생한다

(Doraszelski and Jaumandreu, 2013).

본 연구는 R&D 투자로부터 지식자본 스톡을 구성하는 대신에 현 시점의 기업생산성이 전 시점의 기업생산성에 의해 조건지워진다는 가정 하에서 외부 R&D와 자체 R&D 투자가 생산성에 미치는 영향을 분석하고자 한다. $(t-1)$ 기 시점의 기업 특성이 주어진 가운데 기업의 t 기 생산성 ω_t 가 갖는 분포는 다음과 같이 가정된다.

$$(1) F_{\omega_t} = \{F(\omega_t | \omega_{t-1}), \omega_t, \omega_{t-1} \in \Omega\} \text{ (Olley and Pakes, 1996)}$$

t 기의 생산성은 $(t-1)$ 기의 생산성에 의해 조건지워지며, 그 관계는 $\omega_{t-1} > \omega'_{t-1}$ 인 경우 $F_{\omega_t} = \{F(\omega_t | \omega_{t-1})\}$ 가 $F_{\omega_t} = \{F(\omega_t | \omega'_{t-1})\}$ 에 대해 일계확률우위(First order stochastic dominance, FOSD)에 있는 것으로 설정된다. 즉, 전 시점의 생산성이 높을수록, 현 시점의 생산성도 높을 확률이 큰 것이다. 그리고 ω_t 의 ω_{t-1} 에 대한 조건부 기댓값은 각 R&D 투자를 비롯한 여러 변수들의 영향을 받는 모형으로 설정할 수 있다.

$$(2) E[\omega_t | \omega_{t-1}] = f(R_{t-1}, E_{t-1}, X_{t-1})$$

$$(3) \omega_t = h(R_{t-1}, E_{t-1}, X_{t-1}, \omega_{t-1}) + \xi_t$$

R : 기업의 자체 R&D 투자, E : 기업의 외부 R&D 투자

X : 통제변수(기업규모 등)

ξ 는 독립변수와 통제변수에 대한 조건부 평균이 0인 오차항으로

서 혁신활동의 불확실성을 반영한다(Buettner, 2003; Doraszelski and Jaumandreu, 2013). 본 모형에서는 $(t-1)$ 기의 R&D 투자가 t 기의 생산성에 영향을 주며, t 기의 생산성은 다시 그 이후의 생산성에 영향을 미치는 방식으로 R&D 투자의 장기적 효과가 반영된다. 이와 같은 모형 하에서 외부 R&D의 효과를 파악하기 위해서는, 먼저 각 시점의 기업생산성 ω 가 먼저 식별되어야 한다. 그러나 ω 는 연구자에게 드러나지 않기 때문에, 생산함수의 추정을 통해 도출되어야 한다.²⁾

2) 본 연구의 모형과 달리 ω_t 를 ω_{t-1} 과 전 시점의 R&D 투자액에 조건지워지는 것으로, 즉, $F_{\omega_t} = \{F(\omega_t | \omega_{t-1}, R_{t-1}, E_{t-1})\}$ 와 같은 분포를 가정할 수도 있다. 이는 모형을 좀더 간결하게 하는 것으로, Buettner(2003)의 모형과도 유사하다. 그러나 이러한 경우 실증분석을 위해 ω_{t-1} 과 R&D 투자가 ω_t 에 미치는 효과가 같은 방향이어야 한다는 제약이 추가되어야 한다. 하지만 이 조건은 Buettner(2003)에서도 일관적으로 관철되지 못하였다.

제 2 절 기업단위 생산성의 추정

기업의 생산성을 추정하기 위해서는 기업단위의 자료를 활용한 생산함수의 추정이 필요하다. 생산함수 추정의 가장 기본적인 방법으로는 통상최소자승법(OLS)을 들 수 있다. 하지만 이러한 생산함수 추정은 크게 2가지 종류의 편이를 야기할 수 있다(Olley and Pakes, 1996).

첫째, OLS 분석은 생산요소 투입과 생산성 사이의 내생성을 통제하지 못한다. 생산성이 높은 기업이 더 적극적으로 생산을 수행한다면, 생산성이 높은 기업의 생산요소 투입량 또한 높을 것이다. 이러한 양상이 실증분석에서 통제되지 못하면, 기업생산성 효과가 생산요소의 효과로 잘못 식별될 수 있다. 이 경우 생산성에 더 민감한 요소의 생산성이 더 높게 관측되는 편이가 발생하며, Levinsohn and Petrin(2003)은 이와 같은 편이로 인해 노동력의 계수가 과다 추정됨을 드러냈다.

둘째, 기업의 조업철수 의사결정과 생산성 사이의 내생성도 편이를 야기할 수 있다. 자료로 관측되는 기업의 생산활동은 사업을 지속하기로 결정한 기업들만의 것이며, 사업지속 여부와 기업의 생산성은 양의 상관관계를 지닐 것이다. 그러므로 조업여부에 관한 의사결정을 반영하여 생산성의 영향을 통제하지 않는다면, 생산요소의 기여를 과다추정하게 된다.

이러한 편이를 해결하기 위해 Olley and Pakes(1996)은 기업의 물적자본 투자를 기업의 생산성을 대리할 수 있는 변수로 활용하였다. 뿐만 아니라 기업의 조업여부에 대한 의사결정도 분석에 반영하여 이로 인한 편이를 제거하고자 하였다. Levinsohn and Petrin(2003)은 물적자본 투자 대신 중간재 투입 변수를 활용하여 생산성을 대

리하고자 하였고, Buettner(2003)는 Olley and Pakes(1996)의 방법론에 R&D 투자를 통합하여 이전 시점의 R&D 투자가 현재 생산성에 미치는 영향을 분석하였다. 본 연구는 Olley and Pakes(1996)의 모형을 활용하되, 생산요소 투입과 기업생산성 사이의 내생성만을 통제하여 생산함수를 추정하고자 한다.³⁾

Olley and Pakes(1996) (이하 OP)는 콥-더글라스 형태의 생산함수를 가정한다. 기업 j 가 t 기에 생산한 부가가치는 다음과 같이 나타난다.

$$(4) \ y_{jt} = \alpha_0 + \alpha_l l_{jt} + \alpha_k k_{jt} + \omega_{jt} + \eta_{jt}$$

$$x_{jt} = \ln X_{jt} \ (x = y, l, k,)$$

(Y : 부가가치, L : 노동력, K : 물적자본,

ω_j : 기업 j 의 생산성, η_{jt} : 오차항)

OP 모형에서는 노동투입량이 t 기에 실현된 ω_t 의 영향을 받는 변수로 설정된다. 다른 생산요소인 물적자본은 $(t-1)$ 기의 정보에 의해 조건지워진 ω_t 의 분포와 이전의 ω 들에 의해 결정되며, 물적자본 투자량 i_t 는 k_t 와 ω_t 에 의해 결정된다. 또한 OP 모형은 i_t 와 ω_t 사이의 단조성을 가정하며, 이로 인해 $i()$ 의 역함수 형태로 ω_t 를 나타낼 수 있다(이하의 식들에서는 표기 상의 편의를 위해 기업 하첨자 j 를 생

3) 본 연구는 기업의 조업지속에 관한 의사결정을 생산함수 추정에 반영하지 않았다. 이는 본 연구의 실증분석 자료로 활용되는 「기업활동조사」가 50명 이상의 상용근로자, 3억원 이상의 자본금을 보유한 기업만을 표본으로 삼기 때문이다. 이러한 자료의 특성으로 인해 표본의 누락이 조업철수 결정에 기인한 것인지, 아니면 단순히 상기 기준을 충족하지 못했기 때문인지를 식별할 수 없다. 이로 인해 조업지속 여부를 통제하는 것의 의미가 크게 떨어진다.

략함).

$$(5) \quad i_t = i(k_t, \omega_t)$$

$$(6) \quad \omega_t = \omega(k_t, i_t)$$

i : ln(물적자본 투자)

따라서 식 (6)을 (4)의 식에 대입하면 다음과 같다.

$$(7) \quad y_t = \alpha_0 + \alpha_l l_t + \alpha_k k_t + \omega(k_t, i_t) + \eta_t$$

그리고 l_t 를 제외한 다른 변수들을 묶어 $\phi()$ 라 두면 식 (8)의 형태가 된다.

$$(8) \quad y_t = \alpha_l l_t + \phi_t(i_t, k_t) + \eta_t$$

$$\phi_t(i_t, k_t) = \alpha_0 + \alpha_k k_t + w(i_t, k_t)$$

노동투입량(l_t)과 기업생산성(ω_t) 사이의 상관성이 i_t 에 의해 통제되기 때문에 α_l 에 대한 추정량은 OLS 추정량에 비해 편이가 적다. $\phi(i_t, k_t)$ 를 준모수적으로 추정하면, 식 (8)은 부분 선형모형(partially linear model)이 된다. 본 연구는 Olley and Pakes(1996), Buettner(2003)과 같이 $\phi()$ 를 i_t 와 k_t 에 대한 다항함수로 근사하여 추정한다. 이로부터 $\hat{\alpha}_l$ 을 획득하며 $\hat{\phi}_t()$ 도 추정된다.

추정된 $\hat{\alpha}_l$ 을 바탕으로 2단계 추정의 종속변수 y_t^* 를 구성하면 다음

과 같다.

$$(9) \quad y_t^* = y_t - \hat{\alpha}_l l_t = \alpha_0 + \alpha_k k_t + \omega_t + \eta_t$$

또한 ω_t 의 ω_{t-1} 에 대한 조건부 기댓값을 바탕으로 $g(\omega_{t-1})$ 을 정의하고, ω_t 를 $\widehat{\phi_{t-1}}$ 과 k_{t-1} 의 함수로 나타낼 수 있다.

$$(10) \quad E(\omega_t | \omega_{t-1}) + \alpha_0 = g(\omega_{t-1})$$

$$\omega_t + \alpha_0 = g(\omega_{t-1}) + \xi_t \quad (\because \omega_t = E(\omega_t | \omega_{t-1}) + \xi)$$

$$(11) \quad y_t^* = \alpha_k k_t + g(\widehat{\phi_{t-1}} - \alpha_k k_{t-1}) + \xi_t + \eta_t$$

$$(\because \omega_{t-1} = \widehat{\phi_{t-1}} - \alpha_k k_{t-1})$$

k_t 가 식 (11)의 ξ_t 와 상관성이 없다는 가정 하에서 $\hat{\alpha}_k$ 에 대한 일치성 있는 추정량이 도출될 수 있다. 1단계 추정에서의 $\phi()$ 와 마찬가지로 $g()$ 를 다항식으로 근사하여 추정하면, $\hat{\alpha}_k$ 이 도출된다(2단계 추정). 이로써 $\hat{\alpha}_l$, $\hat{\alpha}_k$ 에 대한 추정량이 도출되었으므로 이로부터 총요소생산성을 도출할 수 있다.

$$(12) \quad y_t - \hat{\alpha}_l l_t + \hat{\alpha}_k k_t = \ln(TFP_t)$$

제 3 장 분석자료와 모형

제 1 절 분석자료

본 연구는 「기업활동조사」를 분석자료로 활용한다. 매년 통계청에 의해 실시되는 「기업활동조사」는 통계법 제17조에 의거 승인받은 통계이며, 기업의 다면적 활동을 종합적으로 파악하여 새로운 기업정책을 수립하기 위한 기초자료로 활용되는 것을 목적으로 하고 있다.⁴⁾ 본 조사는 2006년부터 시행되었으며 50명 이상의 상용근로자, 3억원 이상의 자본금을 보유한 회사법인을 대상으로 한 패널 조사이다. 본 자료는 재무구조, 유형자산의 취득, 기업규모 등의 기업현황과 함께 내부 R&D 및 외부 R&D 투자액 또한 조사하여 생산성 추정과 외부 R&D 투자의 효과를 파악하기에 용이하다.

본 연구는 2006년부터 2015년까지의 제조업 기업 자료를 표본으로 활용하였다. 또한 본 연구는 산업부문에 따른 외부 R&D 효과의 차이를 식별하기 위해 제조업 부문을 산업의 기술수준에 따라 첨단 기술 제조업, 중기술 제조업, 저기술 제조업으로 구분하였으며, 그 기준으로는 홍장표·김은영(2009)과 노지혜 외(2010)를 참고하였다. 기술수준에 따른 산업구분은 <표 3-1>과 같다.

4) 통계청, 「기업활동조사」 통계정보 보고서

<표 3-1> 기술수준에 따른 산업부문 구별

| 구분 | 업종(분류기호) |
|-------------|--|
| 첨단기술 제조업 | 의료용 물질 및 의약품(21), 전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및통신장비제조업(26), 의료, 정밀 광학기기 및 시계 제조업(27) |
| 중기술 제조업 | 코크스, 연탄 및 석유정제품 제조업(19), 화학물질 및 화학제품 제조업;의약품 제외(20), 고무제품 및 플라스틱제품 제조업(22), 비금속 광물제품 제조업(23), 1차 금속(24), 금속가공제품 제조업;기계 및 가구 제외(25), 전기장비 제조업(28), 기타 기계 및 장비 제조업(29), 자동차 및 트레일러 제조업(30), 기타 운송장비 제조업(31) |
| 저기술 제조업 | 식료품 제조업(10), 음료 제조업(11), 섬유제품 제조업(13), 의복, 의복액세서리 및 모피제품 제조업(14), 가죽, 가방 및 신발 제조업(15), 목재 및 나무제품 제조업(16), 펄프, 종이 및 종이제품 제조업(17), 인쇄 및 기록매체 복제업(18), 가구 제조업(32), 기타 제품 제조업(33) |

주: 업종분류는 한국표준산업분류 제9차(2008) 개정안 기준.

제 2 절 기업규모 및 R&D 투자 현황

2006년부터 2015년까지 「기업활동조사」 제조업 표본 기업의 외부 R&D 투자 현황은 <표 3-2>와 같이 나타난다. 전체 제조업 기업의 외부 R&D 투자액 평균은 약 3억 5천만원으로, 자체 R&D 투자액 평균의 약 8% 정도이다. 매출액 대비 R&D 투자액의 비율을 R&D 집약도로 파악할 때 제조업 전체의 자체 R&D 집약도는 2%가 약간 넘으나, 외부 R&D 집약도는 0.1%에도 미치지 못한다.

기업규모에 따른 R&D 활동을 살펴보면, 300인 이상 규모의 기업에서 R&D 투자가 그 미만의 기업들에 비하여 크게 두드러졌다. 100인~300인 규모 기업의 R&D 활동은 그 집약도 측면에서 100인 미만 기업과 큰 차이를 보이지 않았다. 산업부문에 따라 R&D 투자 현황을 살펴보면, 첨단기술 제조업의 R&D 투자가 부각된다. 첨단기술 제조업의 경우 자체 R&D 투자 뿐만 아니라 외부 R&D 투자에서도 높은 평균 R&D 투자액, R&D 집약도를 보이고 있다. 중기술 제조업의 경우 첨단기술 제조업과의 R&D 투자 격차가 드러나나, 그 격차는 외부 R&D에서 상대적으로 적다. 저기술 제조업의 경우 R&D 투자액과 집약도 모두 낮은 수준을 보였다.

<표 3-2> R&D 투자액 및 R&D 집약도 현황

(단위: 백 만원)

| | 자체 R&D 평균 | 자체 R&D 집약도 | 외부 R&D 평균 | 외부 R&D 집약도 |
|--------------------|--------------|---------------|--------------|---------------|
| 제조업 전체 | 4607.7 | 2.272% | 349.6 | 0.067% |
| 첨단기술 제조업 | 14319.2 | 5.569% | 681.2 | 0.109% |
| 중기술 제조업 | 2834.9 | 1.284% | 352.2 | 0.058% |
| 저기술 제조업 | 548.3 | 0.555% | 26.3 | 0.022% |
| 100인 미만 | 324.7 | 1.254% | 14.4 | 0.063% |
| 100인 이상 300인 미만 | 818.2 | 1.227% | 42.0 | 0.065% |
| 300인 이상 | 27442.3 | 2.539% | 2145.3 | 0.200% |

주: R&D 평균은 기업단위의 R&D 투자액의 평균을 구한 것이며,

R&D집약도는 해당 산업부문 전체의 $\frac{(\text{연구개발투자액})}{(\text{매출액})}$ 을 구한 것임.

<표 3-3>은 총 종사자 수를 기준으로 한 기업규모와 산업부문에 따른 기업 분포를 보여준다. 300인 이상 규모의 기업은 15% 남짓이었으며, 100인 미만 규모 기업의 비중이 100인~300인 규모 기업의 비중보다 다소 낮았다. 제조업 기업 표본의 약 60%가 중기술 제조업에 속하며, 첨단기술 제조업 기업과 저기술 제조업의 관측치 수는 큰 차이가 나지 않았다. <표 3-4>는 외부 R&D에 참여한⁵⁾ 표본의 수와 비중을 산업부문, 기업규모별로 나타낸 것이다. 기업규모가 클수록, 첨단기술 제조업 부문에 속할수록 외부 R&D 활동에 적극적으로 참여한다. 이는 <표 3-1>의 외부 R&D 평균 투자액과 R&D

5) 외부 R&D 투자액이 0보다 큰 표본을 외부 R&D 활동에 참여하였다고 간주하였다.

집약도에 관한 현황과 그 궤를 같이 한다. <표 3-5>는 기업규모와 산업부문에 따른 자체 R&D 투자액 대비 외부 R&D 투자액의 비중을 보여준다. 기업규모가 커질수록 외부 R&D의 비중이 높아지지만 <표 3-4>의 외부 R&D 참여 비중과는 그 양상이 다소 상이하다. 그리고 외부 R&D 참여 비중은 첨단기술 제조업이 가장 높았지만, 자체 R&D 투자액 대비 외부 R&D 투자액의 비중은 중기술 제조업이 가장 높았으며, 특히 300인 이상 규모의 중기업 제조업에서 그 비중이 높았다.

<표 3-3> 산업부문에 따른 기업규모 분포 (관측치 수)

| | 첨단기술 제조업 | 중기술 제조업 | 저기술 제조업 | 합계 |
|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 100인 미만 | 4,107 (7.14%) | 14,397 (25.02%) | 4,993 (8.68%) | 23,497 (40.83%) |
| 100인 이상 300인 미만 | 5,190 (9.02%) | 15,065 (26.18%) | 5,111 (8.88%) | 25,366 (44.08%) |
| 300인 이상 | 1,937 (3.37%) | 5,042 (8.76%) | 1,703 (2.96%) | 8,682 (15.09%) |
| 합계 | 11,234 (19.52%) | 34,504 (59.96%) | 11,807 (20.52%) | 57,545 (100%) |

주: 괄호 안은 전체 제조업 기업 대비 비율임.

<표 3-4> 기업규모, 산업부문에 따른 외부 R&D 참여 기업 현황

| | 첨단기술 제조업 | 중기술 제조업 | 저기술 제조업 | 전체 |
|--------------------|------------------|------------------|----------------|-------------------|
| 100인 미만 | 404 (9.84%) | 733 (5.09%) | 153 (3.06%) | 1,290 (5.49%) |
| 100인 이상 300인 미만 | 765 (14.74%) | 1,091 (7.24%) | 216 (4.23%) | 2,072 (8.17%) |
| 300인 이상 | 579 (29.89%) | 934 (18.52%) | 160 (9.4%) | 1,673 (19.27%) |
| 전체 | 1748 (15.56%) | 2758 (7.99%) | 529 (4.48%) | 5,035 (8.75%) |

주: 괄호 안은 해당 부문 내 외부 R&D 참여 기업의 비율임.

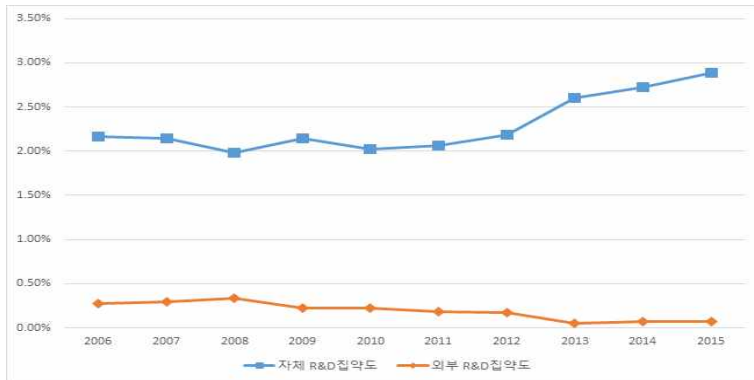
<표 3-5> 자체 R&D 투자액 대비 외부 R&D 투자액 비중

| | 첨단기술 제조업 | 중기술 제조업 | 저기술 제조업 | 전체 |
|--------------------|-------------|------------|------------|-------|
| 100인 미만 | 4.46% | 4.08% | 6.26% | 5.00% |
| 100인 이상 300인 미만 | 6.69% | 3.83% | 5.31% | 5.30% |
| 300인 이상 | 4.72% | 13.69% | 4.31% | 7.87% |
| 전체 | 3.90% | 4.48% | 1.96% | 7.55% |

주: 해당 부문 전체의 $\frac{(\text{외부연구개발투자액})}{(\text{자체연구개발투자액})}$ 을 도출한 것임.

기업 R&D 활동의 시계열 추이를 살펴보면 아래와 같다. 먼저, <그림 3-1>은 전체 제조업에 대하여 자체 R&D와 외부 R&D 집약도의 추이를 보여준다. 자체 R&D의 경우 2010년 이후로 꾸준히 R&D 집약도가 증가함을 확인할 수 있으며, 외부 R&D 집약도는 전반적으로 감소하는 경향을 보인다.

<그림 3-1> 자체 및 외부 R&D 집약도 추이

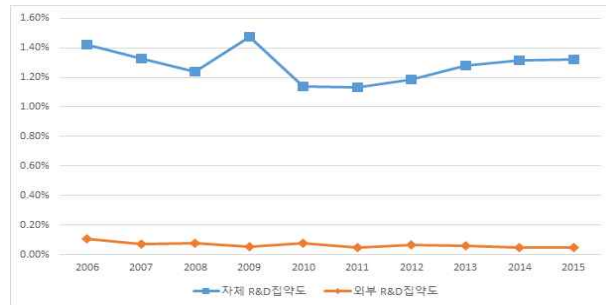


자료: 기업활동조사(2006~2015)

<그림 3-2>~<그림 3-4>는 기업 규모에 따른 R&D 집약도의 변화 추이를 보여준다. 자체 R&D 집약도는 모든 기업규모에서 2010년 이후 점증하는 추세이며, 300인 이상 규모의 기업에서 증가폭이 상대적으로 컸다. 300인 이상 규모의 기업에서는 외부 R&D 집약도가 2008년 이후 지속적으로 낮아지는 추세를 보이고 있으며, 그 미만의 기업규모에서는 거의 일정하게 낮은 수준을 유지하였다.

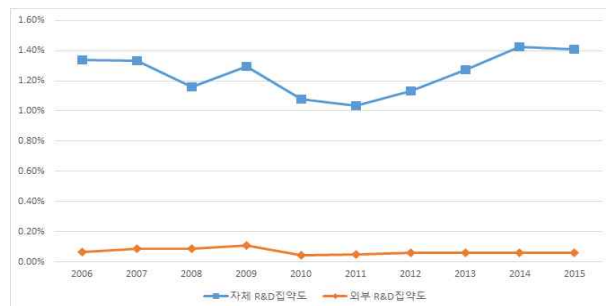
<그림 3-5>~<그림 3-7>는 산업부문에 따른 R&D 투자의 추이를 보여준다. 첨단기술 제조업 부문은 자체 R&D 집약도가 다른 부문에 비해 높으며, 2008~2009년에 자체 R&D 집약도가 감소하였으나, 그 이후로는 대체로 증가하고 있다. 중기술 제조업의 경우 2009년에서 2010년 사이에 자체 R&D 집약도가 크게 감소하였으며, 저기술 제조업의 자체 R&D 집약도는 1% 미만으로 일정하게 낮은 수준을 유지하고 있다. 외부 R&D 집약도의 경우 첨단기술 제조업과 중기술 제조업 부문에서 대체로 감소 추이를 보이며, 저기술 제조업의 경우 일관되게 0.1% 미만을 유지하고 있다.

<그림 3-2 > 자체 및 외부 R&D 집약도 추이: 100인 미만 기업



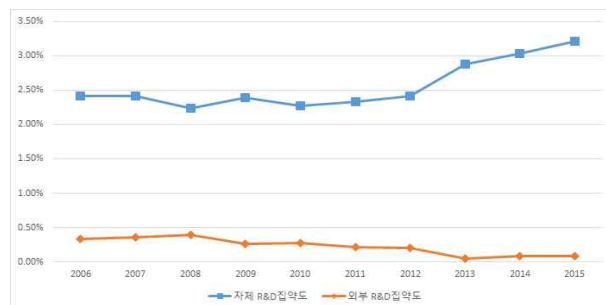
자료: 기업활동조사(2006~2015)

<그림 3-3 > 자체 및 외부 R&D 집약도 추이: 100~300인 기업



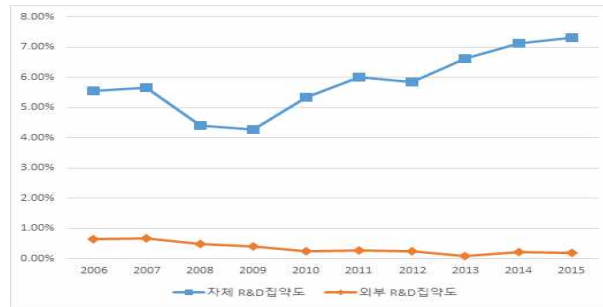
자료: 기업활동조사(2006~2015)

<그림 3-4 > 자체 및 외부 R&D 집약도 추이: 300인 이상 기업



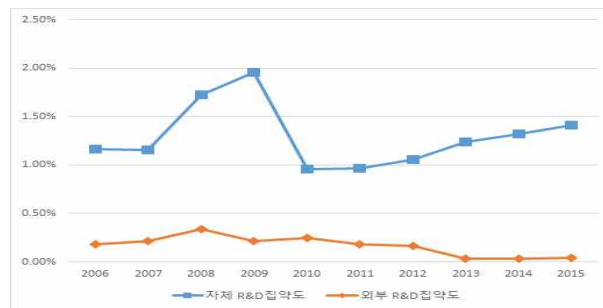
자료: 기업활동조사(2006~2015)

<그림 3-5> 자체 및 외부 R&D 집약도 추이: 첨단기술 제조업



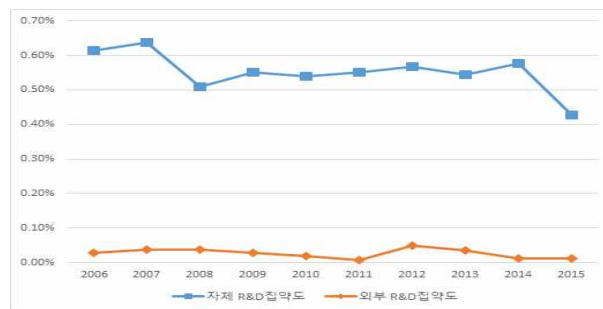
자료: 기업활동조사(2006~2015)

<그림 3-6> 자체 및 외부 R&D 집약도 추이: 중기술 제조업



자료: 기업활동조사(2006~2015)

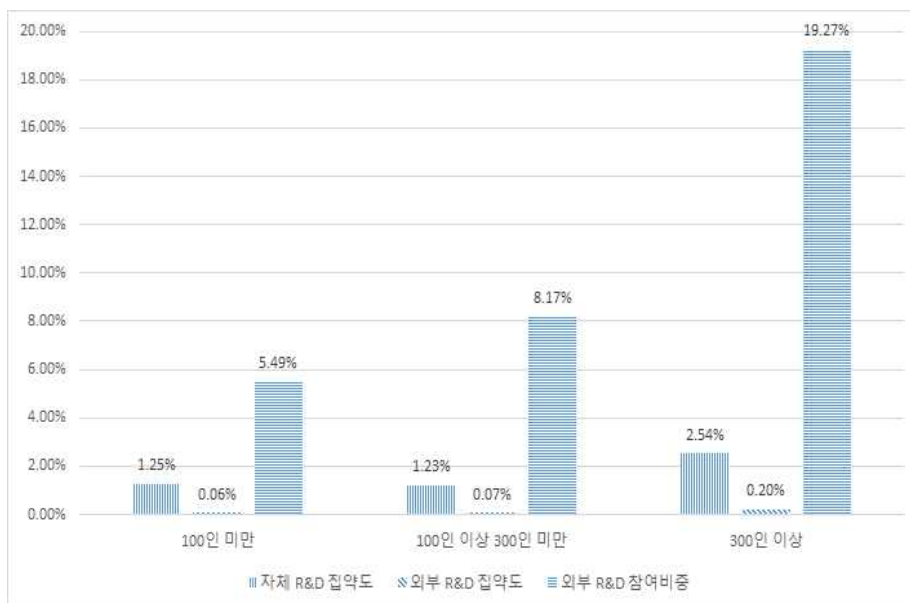
<그림 3-7> 자체 및 외부 R&D 집약도 추이: 저기술 제조업



자료: 기업활동조사(2006~2015)

<그림 3-8>은 기업규모에 따른 자체 R&D 및 외부 R&D 집약도, 그리고 외부 R&D 참여비율을 정리한 것이다. 100인 이상에서 300인 미만 규모의 기업도 100인 미만 규모의 기업보다 R&D 투자에 더 적극적이거나, 그 차이는 300인 이상 기업 규모에서 더욱 확연하게 나타난다. 기업규모에 따른 R&D 투자의 이러한 양상 차이는 R&D 투자에 한해서 볼 때 기업규모와 혁신활동이 비례함을 보여준다.

<그림 3-8> 기업규모에 따른 R&D 활동 수행 현황



자료: 기업활동조사(2006~2015)

제 3 절 분석모형

1. 외부 R&D의 효과 및 기업규모의 매개효과 분석

실증분석에 활용될 종속변수는 기업의 총요소생산성으로, 앞서 설명한 Olley and Pakes(1996)의 방법을 통해 추정되었다. 부분 선형 모형의 $\phi()$ 와 $g()$ 는 각각 5차 다항식(모든 교차항 포함)으로 근사하였다. 그리고 추정된 총요소생산성은 이전 시점의 외부 및 자체 R&D 투자와 여타 변수들의 함수로 설정된다.⁶⁾ 그리고 총 종사자 수가 300인 이상인 기업에 대하여 기업규모 더미변수를 부여하고, 자체 R&D 투자 및 외부 R&D 투자와의 교차항을 각각 생성하여 기업규모의 매개효과를 반영하였다.⁷⁾ Buettner(2003)과 마찬가지로 기업의 물적자본이 통제변수로 활용되었으며, 중분류 수준의 산업부문 더미 변수와 연도 더미 변수를 추가하여 산업부문의 차이와 거시경제적 영향을 통제하였다. 분석모형을 식으로 나타내면 식 (13)과 같다.

$$(13) \ln(TFP_t) = \beta_0 + \beta_1 \ln(TFP_{t-1}) + \beta_2 \ln(K_{t-1}) \\ + \beta_3 \ln(R_{t-1}) + \beta_4 \ln(R_{t-1}) \times D_{300} \\ + \beta_5 \ln(E_{t-1}) + \beta_6 \ln(E_{t-1}) \times D_{300} + \beta_7 D_{300} \\ + \beta_8 D_i + \beta_9 D_y$$

TFP : 총요소생산성, K : 물적자본

R : 자체 R&D 투자액, E : 외부 R&D 투자액

6) Olley and Pakes(1996)의 방법을 통해 추정된 총요소생산성을 바탕으로 관심변수의 효과를 분석한 연구로는 Todo(2006), 배찬권 외(2015)가 있다.

7) 총 종사자 수가 300인 미만 기업들에서는 R&D 활동의 차이가 두드러지지 않았고, 1000인 이상의 규모를 지닌 기업의 경우 그 비중이 제조업 표본의 3.1%에 지나지 않아 300인 이상 더미만을 부여하고 분석을 수행하였다.

D_i : 산업부문 더미변수(중분류), D_y : 연도 더미변수

D_{300} : 기업규모 더미변수

(총 종사자 수가 300인 이상인 기업에 대해 1의 값을 부여)

위 모형에 대한 통상최소자승법(OLS) 추정 계수는 총요소생산성의 평균에서 외부 R&D의 효과 및 기업규모의 매개효과를 보여준다. 외부 R&D의 계수가 유의하게 양(+)의 값을 나타낸다면, 외부 R&D가 기업의 생산성에 기여한다는 것을 의미하며, 그 계수가 유의하지 않은 경우 외부 R&D가 기업생산성에 영향을 미치지 않는다는 귀무가설이 유지된다. 한편, 외부 R&D가 영세한 기업들의 생산성에 더 큰 영향을 미친다면 D_{300} 의 계수는 음(-)의 값을 지닐 것이며, 그 반대의 경우 양(+)의 값을 지닐 것이다. 기업규모의 매개효과가 존재하지 않는 경우 D_{300} 의 계수는 유의하지 않게 나타날 것이다.

2. 생산성 분위에 따른 외부 R&D 효과 분석

외부 R&D 투자의 효과는 기업의 생산성 수준에 따라 이질적일 수 있다. 왜냐하면 혁신활동은 상당한 불확실성을 수반하기 때문이다. R&D 투자가 성공적인 혁신성과를 창출한다면 기업의 생산성이 제고될 것이나, 그렇지 못한 경우 기업성과에 악영향을 미칠 수도 있다. 따라서 기업의 생산성 수준에 따라 R&D 투자의 효과가 급격하게 상이할 수 있다(Coad and Rao, 2008).

그러므로 본 연구는 분위회귀분석을 활용하여 기업의 생산성 수준에 따른 외부 R&D 효과의 상이성을 확인하고자 한다. 기업의 내부 R&D나 전체 R&D에 대해서는 기업성과에 따라 R&D 투자의 효과가 상이하다는 점이 여러 연구들을 통해 확인된 바 있다. Coad

and Rao(2008)는 기업성과의 분위에 따라 R&D 투자의 효과가 상이함을 확인하였으며, Coad et al.(2016)은 기업연령과 R&D 투자의 매개효과를 분위회귀분석으로 분석하였다. R&D 투자의 효과는 혁신 성과의 수준에 따라 상이하게 나타나며, 성과가 저조한 기업에 대해 R&D 투자가 부(-)의 효과를 보이는 경우도 있었다(Coad and Rao, 2008; Falk, 2012; Montresor and Vezzani, 2015; Coad et al., 2016). 본 연구는 이상의 양상이 외부 R&D에 대해서도 나타나는지를 확인하고자 한다.

분위회귀모형은 종속변수의 조건부 평균이 아니라 조건부 q 분위에 대한 선형모형을 추정한다. 분위회귀분석은 이상치에 대해 통상 최소자승법보다 더 강건한(robust) 추정치를 제공하며, 분위에 따른 R&D 투자의 한계효과를 파악하는 데에도 유용하다.

분위회귀모형은 기본적으로 식 (14)와 같이 나타나며, 식 (15)를 최소화하는 $\hat{\beta}_q$ 가 q 분위의 회귀계수로 추정된다.

$$(14) \quad y_i = x_i\beta_q + e_{iq}$$

$$Q_q(y_i|x_i) = x_i\beta_q$$

β_q : q 분위 회귀계수, e_{iq} : 오차항($Q_q(e_{iq}|x_i) = 0$)

y_i : 종속변수(기업의 총요소생산성)

x_i : 독립변수 및 통제변수(외부 R&D, 자체 R&D, 기업규모 등)

$$(15) \quad \hat{\beta}_q = \operatorname{argmin} \sum_{i: y_i \geq x_i\beta_q}^N q|y_i - x_i\beta_q| + \sum_{i: y_i < x_i\beta_q}^N (1-q)|y_i - x_i\beta_q|$$

제 4 절 변수설정 및 기초통계

실증분석에서 사용되는 변수들의 조작적 정의는 다음과 같다. 생산함수 추정에서 종속변수로 활용되는 기업의 산출물은 Olley and Pakes(1996)에 따라 부가가치⁸⁾를 활용하였다. 부가가치는 「기업활동조사」를 활용한 전현배 외(2012)를 따라 매출액에서 매출원가, 판매 및 일반관리비를 제하고 감가상각비와 노동비용을 더한 것으로 구성되었다. 그리고 산업부문에 따른 생산자 물가지수로 부가가치를 디플레이트하였다.

생산함수 추정에 사용될 노동투입에는 상용종사자와 임시일용종사자, 그리고 기타종사자를 합친 총 종사자 수를 사용하였으며, 물적자본으로는 총 유형자산 항목이 활용되었다(전현배 외, 2012; 이근희·표학길, 2015). 각 기업의 유형자산 항목은 이근희·표학길(2015)에 따라 국민계정의 ‘국내총생산에 대한 지출 디플레이터’ 항목 가운데 건설투자와 설비투자를 합친 고정자산액에 근거한 투자 디플레이터로 할인되었다. 기업생산성의 대리변수인 기업의 물적자본 투자로는 유형자산 당기취득액을 활용하였다. 유형자산 당기취득액 중 건물 및 토지, 건설중인 자산의 경우 국내총생산에 대한 지출 디플레이터 항목 가운데 건설투자 디플레이터로 할인하였고, 기계장치, 차량운반구, 기타 자산에 대해서는 설비투자 디플레이터로 할인하였다.

독립변수인 R&D 투자는 외부 연구개발비 항목과 자체 연구개발비 항목을 활용하였으며, Buettner(2003)과 같이 산업부문별 생산자 물가지수로 디플레이트하였다. 이상을 정리하면 <표 3-6>와 같다.

8) 기업이 창출한 부가가치를 산출물로 활용하는 것은 생산활동과 수익창출활동 사이의 혼동을 야기하는 것이다. 그러나 기업별 판매가격 자료나 제품별 생산량, 판매액 자료가 부재하기 때문에 매출액으로부터 산출한 부가가치에 의존할 수밖에 없었다.

<표 3-6> 주요 변수의 조작적 정의

| 변수 | 조작적 정의 |
|-------------------|------------------------------------|
| 부가가치(Y) | 매출액-매출원가-판매 및 일반관리비 +감가상각비+노동비용 |
| 총 종사자 수(L) | 상용종사자 + 임시일용종사자 + 기타종사자 |
| 물적자본(K) | 유형자산 |
| 물적자본 투자액(I) | 유형자산 당기취득액 |
| 자체 R&D 투자액(R) | 자체 연구개발비 |
| 외부 R&D 투자액(E) | 외부 연구개발비 |

분석에 앞서 주요 변수가 누락된 표본은 제외하였다. 부가가치가 음(-)이거나, 매출액 성장률이 500% 이상인 표본 역시 이상치로 판단하여 제거하였다. 주요 변수들의 기초통계량은 <표 3-7>와 같다.

<표 3-7> 주요 변수 기초통계량

(단위: 억 원, 명)

| 변수 | 전체 제조업 | 첨단기술 제조업 | 중기술 제조업 | 저기술 제조업 |
|------------|-------------------|--------------------|-------------------|-------------------|
| 부가가치 | 392.1 (5203.0) | 641.6 (10431.8) | 382.5 (3210.2) | 189.3 (550.3) |
| 총 종사자 수 | 304.2 (1856.8) | 412.9 (3084.7) | 290.9 (1607.8) | 242.4 (580.6) |
| 물적 자본 | 701.5 (7143.1) | 874.8 (11953.1) | 760.2 (6221.4) | 369.6 (1367.5) |
| 물적 자본 투자액 | 140.5 (2094.0) | 253.0 (3967.4) | 136.2 (1506.8) | 49.1 (184.2) |
| 자체 R&D 투자액 | 16.7 (1370.5) | 148.3 (2955.1) | 28.6 (587.7) | 5.5 (35.8) |
| 외부 R&D 투자액 | 3.5 (103.7) | 7.0 (133.3) | 3.5 (110.4) | 0.3 (6.5) |
| 관측치 수 | 56,273 | 10,745 | 33,917 | 11,611 |

주: 1) 이는 평균값이며 괄호 안은 표준편차를 나타냄.

제 4 장 실증분석 결과

제 1 절 생산함수 추정 결과

외부 R&D가 기업의 총요소생산성에 미치는 영향을 분석하기에 앞서, Olley and Pakes(1996)의 모형에 의거하여 생산함수를 추정하였다. 전체 제조업과 각 산업부문에 대하여 생산함수를 추정하였고, 그 결과는 <표 4-1>과 같다. 그리고 비교를 위해 OLS를 활용한 생산함수 추정도 병행하였으며, 그 결과는 <표 4-2>와 같다. 생산함수 추정 결과 <표 4-1>과 같이 기술수준이 높은 산업부문일수록 요소별 한계생산성이 더 크게 나타났다. 특히, 자본계수의 경우 첨단기술 제조업이 저기술 제조업보다 약 2배 정도 높게 추정되었다.

그리고 <표 4-1>과 <표 4-2>의 추정결과를 비교하면, 첨단기술 제조업의 자본 계수를 제외하고는 OP 방법에 따른 추정 계수가 OLS 추정 계수보다 더 작았다. 이는 기업생산성과 생산요소 투입량 사이에 양의 상관관계가 존재하며, OLS 분석의 추정계수를 사용할 경우 기업생산성의 효과를 생산요소로 귀속시키는 편이가 야기될 수 있다는 것을 의미한다. 또한 OLS로 추정된 생산함수는 자본계수와 노동계수의 합이 1이 넘어 규모수익증가의 형태를 보이나, OP 방법으로 추정된 생산함수는 첨단기술 제조업의 경우를 제외하고는 계수의 합이 1보다 적어 규모수익감소의 형태를 보인다. 이와 같이 OLS 추정량을 사용할 경우 생산함수의 형태도 상이해진다. 따라서 기업단위 자료로 생산함수를 추정할 때 생산요소 투입과 생산성 사이의 내생성 문제를 해결하는 것이 중요한 문제라 할 수 있다.

<표 4-1> 생산함수 추정결과: Olley and Pakes(1996) 방법

| 구분 계수 | 전체 제조업 | 첨단기술 제조업 | 중기술 제조업 | 저기술 제조업 |
|------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| α_l | 0.7565*** (0.0099) | 0.8197*** (0.0223) | 0.7721*** (0.0120) | 0.6547*** (0.0190) |
| α_k | 0.1235*** (0.0131) | 0.2164*** (0.0508) | 0.1169*** (0.0250) | 0.1065*** (0.0207) |
| 관측치 수 | 55,263 | 10,571 | 33,424 | 11,268 |

주: 1) *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

2) 괄호 안은 표준오차를 나타냄.

3) 산업부문 더미 변수는 분석에는 포함되었으나, 표에 제시하지는
않음.

<표 4-2> 생산함수 추정결과: OLS

| 구분 계수 | 전체 제조업 | 첨단기술 제조업 | 중기술 제조업 | 저기술 제조업 |
|------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| α_l | 0.9054*** (0.0043) | 0.9493*** (0.0110) | 0.9181*** (0.0054) | 0.8342*** (0.0089) |
| α_k | 0.2145*** (0.0025) | 0.1641*** (0.0066) | 0.2274*** (0.0032) | 0.2213*** (0.0048) |
| 관측치 수 | 56,245 | 10,571 | 33,903 | 11,605 |

주: 1) *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

2) 괄호 안은 표준오차를 나타냄.

3) 산업부문 더미 변수는 분석에는 포함되었으나, 표에 제시하지는
않음.

제2절 외부 R&D 효과 및 기업규모의 효과 추정결과

1. 전체 제조업 및 산업부문별 분석

4장 1절에서 추정된 생산함수를 바탕으로 $\ln(TFP)$ 를 도출하고, 기업별 총요소생산성의 결정요인을 분석하였다. 먼저, 전체 제조업에 대해 추정된 생산함수를 바탕으로 한 결정요인의 분석결과는 <표 4-3>과 같다. OLS 분석결과에서는 이전 시점의 외부 R&D 투자가 현 시점의 총요소생산성에 기여하는 것으로 나타났다. 자체 R&D 투자의 경우에는 기업규모 더미 변수와의 교차항만이 유의하게 나타났다. 외부 R&D 투자에 대한 기업규모의 매개효과는 유의하게 확인되지 않았다. 분위회귀분석의 결과를 살펴보면, 기업의 생산성이 높을수록 외부 R&D 투자의 효과가 더 큰 것으로 나타났다. 이러한 분석 결과는 R&D 투자에 대해 분위회귀분석을 수행하였던 여러 연구들의 결과와 일치하는 것이다(Coad and Rao, 2008; Falk, 2012; Montresor and Vezzani, 2015). 외부 R&D에 대한 기업규모의 매개효과는 기업생산성이 극히 낮은 경우(0.1 분위수)에 대해서는 양으로 유의하였으나, 중앙값 이상의 분위에서는 음으로 유의하였다. 자체 R&D의 경우에는 중앙값 이하의 분위에서 기업규모와의 매개효과가 양으로 유의하였다.

<표 4-4>는 첨단기술 제조업의 생산함수를 바탕으로 총요소생산성과 R&D 투자의 관계를 분석한 것이다. OLS 분석에서는 자체 R&D와 외부 R&D 모두가 기업생산성에 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 분위회귀분석에서는 외부 R&D의 영향이 0.25~0.75 분위분석에서 유의하였다. 자체 R&D의 계수는 저분위수 분석에서는 음수였으나, 중앙값 이상 분위분석에서는 양의 값을 보였으며, 분석분위에 따른 계수의 편차도 다른 산업부문의 분석결과들에 비

해 컸다. 이는 첨단기술 제조업의 자체 R&D 활동에 내포된 불확실성이 다른 부문보다 상대적으로 크다는 점을 함의한다고 볼 수 있다. 첨단기술 제조업 부문에서는 기업규모의 매개효과가 대부분의 경우 유의하게 나타나지 않았다.

중기술 제조업에 대한 분석결과는 <표 4-5>에서 제시되고 있다. OLS 분석에서는 자체 R&D의 계수가 음으로 유의하였고, 자체 R&D와 기업규모의 교차항 계수는 양으로 유의하였다. 따라서 중기술 제조업의 경우 일정 규모 이상의 기업만이 자체 R&D로부터 성과를 얻음을 알 수 있다. 한편, 외부 R&D 투자의 효과도 유의하게 나타났으나 기업규모의 매개효과는 유의하지 않았다. 분위회귀분석에서는 자체 R&D와 기업규모의 교차항이 기업생산성에 긍정적으로 기여하였다. 분위분석에서도 OLS 분석에서와 같이 자체 R&D의 계수가 음의 값을 보이는 경우가 있어, 300인 미만 기업의 자체 R&D 활동이 크게 성공적이지 않음을 드러냈다. 외부 R&D 투자와 기업규모의 교차항 계수는 전체 제조업과 유사하게 0.1 분위분석에서만 유의한 양의 값을 띠었다.

<표 4-6>는 저기술 제조업에 대한 분석결과를 제시하며, OLS 분석에서는 자체 R&D 투자만이 기업생산성에 유의한 영향을 미쳤다. 분위회귀분석의 결과 자체 R&D 투자의 효과가 전반적으로 유의하였고, 중앙값 이하의 분위에서는 기업규모와의 매개효과도 유의하였다. 외부 R&D의 경우에는 0.1, 0.25 분위분석에서 기업규모와의 교차항이 유의하였고, 그 이상 분위에서는 외부 R&D 항의 계수가 유의하였다. 따라서 분위회귀분석의 결과는 외부 R&D 투자가 저기술 제조업 기업의 생산성에 기여하였음을 보여주었다.

R&D 투자 이외 변수들의 영향을 간략히 살펴보면 다음과 같다. 기업의 $(t-1)$ 기 생산성 계수는 모든 경우에 유의하게 양이었으며,

그 값도 다른 변수들의 계수에 비해 컸다. 이로부터 현재의 생산성이 이전 시점의 생산성에 의해 큰 영향을 받는다는 점을 확인할 수 있다. 그리고 전 시점의 물적자본은 현 시점의 생산성에 전반적으로 긍정적인 영향을 미쳤으나, 첨단기술 제조업에서는 부(-)의 효과를 보이기도 하였다. 그리고 기업규모 더미변수는 그 자체로는 거의 유의하지 않았으나, 중기술 제조업에서는 생산성에 대체로 부정적인 영향을 미쳤다.

외부 R&D에 관한 분석결과를 정리하면, 먼저 OLS 분석에서 외부 R&D 투자가 저기술 제조업의 경우를 제외하고는 기업생산성에 긍정적인 영향을 미쳤음이 드러났다. 그리고 분위회귀분석 결과는 저기술 제조업에서도 외부 R&D의 기여가 전반적으로 유의함을 보였다. 따라서 외부 R&D 활동은 기업생산성에 기여한다고 할 수 있다.

둘째로 외부 R&D에 대한 기업규모의 매개효과를 살펴보면, 전체 제조업과 중기술 제조업에서는 자체 R&D 투자의 매개효과가 외부 R&D 투자의 매개효과보다 기업생산성에 더 긍정적으로 기여하였으며, 첨단기술 제조업에서는 기업규모의 매개효과가 전반적으로 유의하지 않았다. 이러한 분석결과는 규모가 상대적으로 작은 기업도 외부 R&D를 통해서 규모가 큰 기업과 비슷한 수준의 생산성 향상 효과를 얻을 수 있다는 것을 의미한다. 이는 외부 R&D 투자는 대체로 그 양상이 표준화된 연구를 시장에서 구매하는 것으로(Beneito, 2006), 자체 R&D에 비해서 수행에 필요한 연구역량의 수준이 낮기 때문으로 판단된다. 물론, 외부 R&D 활동도 협력 파트너를 선정하고 외부 R&D의 수행을 관리하기 위한 내부 역량이 요구된다. 하지만 자체 R&D와 같이 일정 규모 이상의 물적, 인적 자원을 지속적으로 투자하고, R&D의 전(全) 과정을 관리할 필요까지는 없다. 이

렇게 자체 R&D에 비해 낮은 요구사항은 중소기업의 외부 R&D 효과에 긍정적으로 작용할 수 있다. 이러한 분석결과는 중소기업의 적극적인 외부 R&D 투자, 더 나아가 개방형 혁신활동을 지지하는 것이다.

하지만 외부 R&D 투자가 자체 R&D 투자와 비교하여 장점만을 지니고 있는 것은 아니다. 외부 R&D 투자에서 가장 큰 난점은 R&D를 위탁할 파트너를 탐색하는 것이다. 현재, 국내 R&D 외주화의 경우 기업의 자금력과 인적 네트워크가 파트너의 탐색과 선정에 큰 영향을 미치는데, 이러한 여건은 중소기업에게 불리하게 작용한다(이경희 외, 2011). 또한 R&D와 관련된 계약기준이 명료하지 않은 경우 도덕적 해이가 야기될 수도 있다(이경희 외, 2011).

그러나 이러한 난점에도 불구하고, 외부 R&D는 혁신의 비용효율성을 제고하고 기업의 지식기반을 확대에 기여하는 유효한 혁신활동이며 본 연구의 실증분석 결과는 이를 뒷받침한다. 따라서 기업간 네트워크 형성을 지원하고 계약과 관련된 규정을 정비하는 정책을 통해 상기 서술된 외부 R&D의 문제점을 해결하여 외부 R&D에 대한 기업의 접근성을 제고할 필요가 있다.

<표 4-3> 기업별 총요소생산성 결정요인 분석 결과: 전체 제조업

| 종속변수 설명변수 | $\ln(TFP_t)$ | | | | | |
|-------------------------------|---------------------|-----------------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | OLS | 분위회귀분석(Quantile Regression) | | | | |
| | | 0.1q | 0.25q | 0.5q | 0.75q | 0.9q |
| $\ln(TFP_{t-1})$ | 0.653*** (0.008) | 0.796*** (0.006) | 0.789*** (0.003) | 0.775*** (0.002) | 0.714*** (0.003) | 0.609*** (0.005) |
| $\ln(K_{t-1})$ | 0.043*** (0.002) | 0.016*** (0.003) | 0.028*** (0.001) | 0.035*** (0.001) | 0.044*** (0.001) | 0.052*** (0.002) |
| $\ln(R_{t-1})$ | 0.000 (0.001) | -0.002** (0.001) | -0.001 (0.001) | 0.000 (0.000) | 0.000 (0.001) | 0.001 (0.001) |
| $\ln(R_{t-1}) \times D_{300}$ | 0.008*** (0.002) | 0.019*** (0.004) | 0.009*** (0.001) | 0.004*** (0.001) | 0.002 (0.001) | 0.000 (0.002) |
| $\ln(E_{t-1})$ | 0.004*** (0.002) | -0.002 (0.003) | 0.002** (0.001) | 0.004*** (0.001) | 0.006*** (0.001) | 0.008*** (0.002) |
| $\ln(E_{t-1}) \times D_{300}$ | 0.001 (0.002) | 0.010*** (0.004) | 0.002 (0.001) | -0.002* (0.001) | -0.003** (0.001) | -0.005** (0.003) |
| D_{300} | -0.022 (0.015) | -0.135*** (0.033) | -0.042*** (0.012) | -0.014 (0.010) | -0.006 (0.009) | 0.027 (0.022) |
| 상수 | 1.405*** (0.042) | 0.531*** (0.090) | 0.737*** (0.028) | 0.894*** (0.022) | 1.286*** (0.021) | 1.993*** (0.056) |
| R^2 , Pseudo R^2 | 0.496 | 0.269 | 0.349 | 0.401 | 0.407 | 0.379 |
| 관측치 수 | 47,326 | 47,326 | 47,326 | 47,326 | 47,326 | 47,326 |

주: 1) *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

2) 괄호 안은 robust standard error.

3) 산업부문 및 연도 더미 변수는 분석에는 포함되었으나, 표에 제시하지는 않음.

<표 4-4> 기업별 중요소생산성 결정요인 분석 결과: 첨단기술 제조업

| 종속변수 | $\ln(TFP_t)$ | | | | | |
|------------------------------------|---------------------|-----------------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 분석모형 설명변수 | OLS | 분위회귀분석(Quantile Regression) | | | | |
| | | 0.1q | 0.25q | 0.5q | 0.75q | 0.9q |
| $\ln(TFP_{t-1})$ | 0.547*** (0.017) | 0.741*** (0.018) | 0.709*** (0.008) | 0.674*** (0.006) | 0.582*** (0.007) | 0.483*** (0.013) |
| $\ln(K_{t-1})$ | -0.009 (0.006) | 0.007 (0.009) | 0.000 (0.004) | 0.006** (0.003) | -0.003 (0.003) | -0.015** (0.006) |
| $\ln(R_{t-1})$ | 0.003* (0.002) | -0.017*** (0.003) | -0.003*** (0.001) | 0.004*** (0.001) | 0.007*** (0.001) | 0.014*** (0.002) |
| $\ln(R_{t-1})$ $\times D_{300}$ | 0.003 (0.004) | 0.027*** (0.005) | 0.004 (0.004) | -0.002 (0.002) | -0.001 (0.002) | -0.005 (0.004) |
| $\ln(E_{t-1})$ | 0.005* (0.003) | -0.000 (0.005) | 0.005*** (0.002) | 0.004*** (0.002) | 0.005*** (0.002) | 0.005 (0.004) |
| $\ln(E_{t-1})$ $\times D_{300}$ | 0.002 (0.004) | 0.006 (0.006) | 0.001 (0.002) | 0.000 (0.002) | -0.002 (0.002) | -0.004 (0.005) |
| D_{300} | 0.007 (0.033) | -0.186*** (0.039) | 0.009 (0.035) | 0.014 (0.022) | -0.021 (0.017) | -0.033 (0.035) |
| 상수 | 1.528*** (0.079) | 0.435*** (0.111) | 0.790*** (0.049) | 0.991*** (0.037) | 1.580*** (0.037) | 2.186*** (0.080) |
| R^2 , Pseudo R^2 | 0.363 | 0.219 | 0.268 | 0.291 | 0.273 | 0.240 |
| 관측치 수 | 8,923 | 8,923 | 8,923 | 8,923 | 8,923 | 8,923 |

주: 1) *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

2) 괄호 안은 robust standard error.

3) 산업부문 및 연도 더미 변수는 분석에는 포함되었으나, 표에 제시하지는 않음.

<표 4-5> 기업별 총요소생산성 결정요인 분석 결과: 중기술 제조업

| 종속변수 | $\ln(TFP_t)$ | | | | | |
|-------------------------------|---------------------|-----------------------------|----------------------|---------------------|----------------------|----------------------|
| 분석모형 설명변수 | OLS | 분위회귀분석(Quantile Regression) | | | | |
| | | 0.1q | 0.25q | 0.5q | 0.75q | 0.9q |
| $\ln(TFP_{t-1})$ | 0.635*** (0.011) | 0.773*** (0.008) | 0.770*** (0.004) | 0.757*** (0.003) | 0.693*** (0.003) | 0.582*** (0.005) |
| $\ln(K_{t-1})$ | 0.052*** (0.003) | 0.015*** (0.003) | 0.032*** (0.002) | 0.040*** (0.001) | 0.053*** (0.002) | 0.064*** (0.002) |
| $\ln(R_{t-1})$ | -0.001* (0.001) | 0.000 (0.001) | -0.001 (0.001) | -0.001** (0.001) | -0.002*** (0.001) | -0.003*** (0.001) |
| $\ln(R_{t-1}) \times D_{300}$ | 0.011*** (0.002) | 0.025*** (0.005) | 0.012*** (0.002) | 0.006*** (0.001) | 0.003** (0.002) | 0.002 (0.003) |
| $\ln(E_{t-1})$ | 0.004** (0.002) | -0.004 (0.003) | 0.002 (0.002) | 0.005*** (0.001) | 0.004*** (0.001) | 0.006** (0.003) |
| $\ln(E_{t-1}) \times D_{300}$ | 0.001 (0.003) | 0.010** (0.004) | 0.003 (0.002) | -0.002 (0.002) | -0.000 (0.002) | 0.001 (0.004) |
| D_{300} | -0.038* (0.022) | -0.196*** (0.048) | -0.067*** (0.019) | -0.024* (0.013) | -0.006 (0.015) | 0.039 (0.030) |
| 상수 | 1.394*** (0.049) | 0.635*** (0.051) | 0.753*** (0.030) | 0.923*** (0.022) | 1.291*** (0.026) | 1.986*** (0.035) |
| R^2 , Pseudo R^2 | 0.500 | 0.265 | 0.347 | 0.397 | 0.407 | 0.389 |
| 관측치 수 | 28,714 | 28,714 | 28,714 | 28,714 | 28,714 | 28,714 |

주: 1) *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$

2) 괄호 안은 robust stand error.

3) 산업부문 및 연도 더미 변수는 분석에는 포함되었으나, 표에 제시하지는 않음.

<표 4-6> 기업별 총요소생산성 결정요인 분석 결과: 저기술 제조업

| 종속변수 | $\ln(TFP_t)$ | | | | | |
|------------------------------------|---------------------|-----------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 분석모형 설명변수 | OLS | 분위회귀분석(Quantile Regression) | | | | |
| | | 0.1q | 0.25q | 0.5q | 0.75q | 0.9q |
| $\ln(TFP_{t-1})$ | 0.755*** (0.015) | 0.883*** (0.013) | 0.860*** (0.006) | 0.848*** (0.005) | 0.809*** (0.005) | 0.716*** (0.008) |
| $\ln(K_{t-1})$ | 0.039*** (0.004) | 0.017*** (0.006) | 0.025*** (0.003) | 0.028*** (0.002) | 0.032*** (0.003) | 0.044*** (0.003) |
| $\ln(R_{t-1})$ | 0.002* (0.001) | -0.001 (0.002) | 0.002* (0.001) | 0.002** (0.001) | 0.002** (0.001) | 0.003** (0.002) |
| $\ln(R_{t-1})$ $\times D_{300}$ | 0.004 (0.003) | 0.009* (0.005) | 0.005* (0.003) | 0.003* (0.002) | -0.000 (0.002) | -0.005 (0.006) |
| $\ln(E_{t-1})$ | 0.004 (0.005) | 0.001 (0.008) | -0.003 (0.004) | 0.007* (0.004) | 0.010*** (0.002) | 0.010*** (0.003) |
| $\ln(E_{t-1})$ $\times D_{300}$ | 0.008 (0.006) | 0.020** (0.008) | 0.013*** (0.004) | -0.004 (0.005) | -0.003 (0.004) | -0.001 (0.008) |
| D_{300} | 0.005 (0.024) | -0.046 (0.044) | -0.020 (0.021) | -0.008 (0.016) | 0.016 (0.019) | 0.063 (0.055) |
| 상수 | 0.800*** (0.062) | 0.031 (0.088) | 0.336*** (0.036) | 0.509*** (0.030) | 0.801*** (0.037) | 1.336*** (0.055) |
| R^2 , Pseudo R^2 | 0.635 | 0.359 | 0.442 | 0.498 | 0.513 | 0.487 |
| 관측치 수 | 9,689 | 9,689 | 9,689 | 9,689 | 9,689 | 9,689 |

주: 1) *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

2) 괄호 안은 robust stand error.

3) 산업부문 및 연도 더미 변수는 분석에는 포함되었으나, 표에 제시하지는 않음.

2. 개별산업 분석결과

산업부문별 분석과 함께 본 연구는 각 산업부문별로 하나의 산업 및 산업군을 선정하여, 개별 산업에 대한 생산함수와 중요소생산성을 추정하고⁹⁾ R&D 투자의 영향을 분석하였다. 첨단기술 제조업에서는 전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비 제조업(분류기호 26)을 선택하였고, 중기술 제조업에서는 전기장비, 기타 기계장비 제조업(분류기호 28, 29)을, 그리고 저기술 제조업에서는 음식료품 제조업(분류기호 10, 11)을 분석대상으로 선정하였다.

먼저, 전자제품, 컴퓨터 제조업에 대한 분석결과는 <표 4-7>에 제시되어 있다. OLS 분석에서는 자체 R&D와 외부 R&D의 효과가 모두 유의하였다. 그리고 분위회귀분석에서는 분위에 따른 자체 R&D 투자 효과의 편차가 두드러졌다. 외부 R&D의 효과도 중앙값, 0.75 분위에서 유의하게 나타났다. 그러나 기업규모의 매개효과는 전반적으로 유의하게 나타나지 않았다.

전기 및 기타 기계장비 부문의 분석결과는 <표 4-8>과 같이 자체 R&D에 대한 기업규모의 매개효과가 부각되었으며, 외부 R&D의 효과는 중앙값 이상의 분위회귀분석에서 긍정적으로 유의하게 나타났다. 그러나 외부 R&D에 대한 기업규모의 매개효과는 유의하지 않거나 부정적이었다.

<표 4-9>는 음식료품 제조업 부문을 분석한 결과를 보여주며, 외부 R&D의 효과가 OLS 분석과 대부분의 분위회귀분석에서 유의하였다. 자체 R&D의 효과는 기업규모와의 매개효과 계수가 분위회귀분석에서 유의하였는데, 생산성 분위가 상승함에 따라 계수의 값이 양수에서 음수로 변하는 양상을 보였다.

개별 산업에 대한 분석결과는 대체로 해당 산업이 속한 산업부문

9) 개별 산업 및 산업군에 대한 생산함수 추정 결과는 <부표 6>에 기재하였다.

의 분석결과와 유사하였다. 다만, 음식료품 산업에서 자체 R&D의 OLS 계수가 유의하지 않고, 자체 R&D와 기업규모 더미 교차항의 분위회귀분석 계수 편차가 생산성 분위에 따라 큰 점은 저기술 제조업 분석결과와 상이한 양상이다. 하지만 외부 R&D의 효과는 음식료품 산업의 분석결과와 저기술 제조업의 분석결과가 크게 다르지 않았다. 따라서, 외부 R&D의 효과에 대해서는 개별 산업의 분석결과와 산업부문의 분석결과가 크게 상이하지 않다. 그러므로 앞서 본 연구가 제시한 외부 R&D에 대한 분석결과와 시사점이 특정한 분석수준에 국한되는 것은 아니라 할 수 있다.

<표 4-7> 기업별 총요소생산성 결정요인 분석 결과:

전자제품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비 제조업

| 종속변수 | $\ln(TFP_t)$ | | | | | |
|-------------------------------|---------------------|-----------------------------|---------------------|---------------------|----------------------|---------------------|
| 분석모형 설명변수 | OLS | 분위회귀분석(Quantile Regression) | | | | |
| | | 0.1q | 0.25q | 0.5q | 0.75q | 0.9q |
| $\ln(TFP_{t-1})$ | 0.521*** (0.020) | 0.712*** (0.024) | 0.676*** (0.011) | 0.629*** (0.008) | 0.538*** (0.011) | 0.440*** (0.018) |
| $\ln(K_{t-1})$ | -0.007 (0.007) | 0.006 (0.014) | 0.007 (0.006) | 0.009** (0.004) | -0.003 (0.004) | -0.010 (0.008) |
| $\ln(R_{t-1})$ | 0.004* (0.002) | -0.022*** (0.004) | -0.004** (0.002) | 0.005*** (0.001) | 0.010*** (0.002) | 0.018*** (0.003) |
| $\ln(R_{t-1}) \times D_{300}$ | 0.006 (0.004) | 0.029*** (0.011) | 0.005 (0.005) | -0.000 (0.003) | 0.002 (0.003) | 0.001 (0.006) |
| $\ln(E_{t-1})$ | 0.007* (0.004) | -0.006 (0.010) | 0.005 (0.004) | 0.009*** (0.003) | 0.016*** (0.003) | 0.010 (0.007) |
| $\ln(E_{t-1}) \times D_{300}$ | 0.002 (0.006) | 0.006 (0.013) | 0.003 (0.006) | -0.002 (0.005) | -0.009*** (0.003) | -0.005 (0.008) |
| D_{300} | -0.000 (0.040) | -0.192* (0.102) | -0.010 (0.047) | 0.020 (0.023) | 0.001 (0.023) | -0.050 (0.052) |
| 상수 | 1.635*** (0.095) | 0.515*** (0.155) | 0.857*** (0.069) | 1.159*** (0.048) | 1.773*** (0.059) | 2.372*** (0.103) |
| R^2 , Pseudo R^2 | 0.354 | 0.192 | 0.249 | 0.286 | 0.275 | 0.249 |
| 관측치 수 | 6,028 | 6,028 | 6,028 | 6,028 | 6,028 | 6,028 |

주: 1) *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$

2) 괄호 안은 robust standard error.

3) 연도 더미 변수는 분석에는 포함되었으나, 표에 제시하지는 않음.

<표 4-8> 기업별 총요소생산성 결정요인 분석 결과:
전기장비 제조업, 기타 기계 및 장비 제조업

| 종속변수 | $\ln(TFP_t)$ | | | | | |
|-------------------------------|---------------------|-----------------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 분석모형 설명변수 | OLS | 분위회귀분석(Quantile Regression) | | | | |
| | | 0.1q | 0.25q | 0.5q | 0.75q | 0.9q |
| $\ln(TFP_{t-1})$ | 0.581*** (0.021) | 0.712*** (0.021) | 0.721*** (0.005) | 0.713*** (0.007) | 0.643*** (0.008) | 0.516*** (0.013) |
| $\ln(K_{t-1})$ | 0.024*** (0.006) | 0.008 (0.009) | 0.011*** (0.004) | 0.022*** (0.003) | 0.029*** (0.004) | 0.036*** (0.007) |
| $\ln(R_{t-1})$ | -0.002 (0.002) | -0.005 (0.003) | -0.002* (0.001) | -0.002* (0.001) | -0.001 (0.001) | -0.001 (0.002) |
| $\ln(R_{t-1}) \times D_{300}$ | 0.021*** (0.006) | 0.041*** (0.011) | 0.025*** (0.005) | 0.014*** (0.004) | 0.011*** (0.004) | 0.006 (0.008) |
| $\ln(E_{t-1})$ | 0.005 (0.004) | -0.013 (0.011) | 0.002 (0.002) | 0.005** (0.002) | 0.009*** (0.003) | 0.015** (0.007) |
| $\ln(E_{t-1}) \times D_{300}$ | -0.005 (0.007) | 0.010 (0.015) | 0.003 (0.007) | -0.005 (0.004) | -0.010** (0.004) | -0.017** (0.008) |
| D_{300} | -0.115** (0.055) | -0.353*** (0.100) | -0.150*** (0.053) | -0.064 (0.041) | -0.040 (0.038) | 0.005 (0.075) |
| 상수 | 1.414*** (0.084) | 0.691*** (0.116) | 0.882*** (0.039) | 0.961*** (0.039) | 1.325*** (0.047) | 1.983*** (0.076) |
| R^2 , Pseudo R^2 | 0.351 | 0.173 | 0.252 | 0.296 | 0.293 | 0.266 |
| 관측치 수 | 8,370 | 8,370 | 8,370 | 8,370 | 8,370 | 8,370 |

주: 1) *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1
 2) 괄호 안은 robust standard error.
 3) 산업부문 및 연도 더미 변수는 분석에는 포함되었으나, 표에
 제시하지는 않음.

<표 4-9> 기업별 총요소생산성 결정요인 분석 결과:

식료품 제조업, 음료제조업

| 종속변수 | $\ln(TFP_t)$ | | | | | |
|-------------------------------|---------------------|-----------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|
| 분석모형 설명변수 | OLS | 분위회귀분석(Quantile Regression) | | | | |
| | | 0.1q | 0.25q | 0.5q | 0.75q | 0.9q |
| $\ln(TFP_{t-1})$ | 0.776*** (0.027) | 0.874*** (0.016) | 0.877*** (0.008) | 0.864*** (0.007) | 0.839*** (0.009) | 0.766*** (0.013) |
| $\ln(K_{t-1})$ | 0.073*** (0.011) | 0.034*** (0.008) | 0.041*** (0.005) | 0.047*** (0.004) | 0.056*** (0.005) | 0.088*** (0.008) |
| $\ln(R_{t-1})$ | 0.003 (0.002) | 0.003 (0.003) | 0.002 (0.002) | 0.003** (0.001) | 0.001 (0.002) | -0.000 (0.003) |
| $\ln(R_{t-1}) \times D_{300}$ | 0.001 (0.005) | 0.017*** (0.006) | 0.007* (0.004) | -0.001 (0.003) | -0.009** (0.004) | -0.015*** (0.004) |
| $\ln(E_{t-1})$ | 0.013** (0.006) | 0.006** (0.003) | 0.001 (0.003) | 0.009** (0.005) | 0.016*** (0.005) | 0.022*** (0.008) |
| $\ln(E_{t-1}) \times D_{300}$ | -0.002 (0.007) | 0.004 (0.007) | 0.004 (0.003) | -0.007 (0.006) | -0.010 (0.006) | -0.016* (0.009) |
| D_{300} | 0.035 (0.038) | -0.055 (0.038) | -0.027 (0.030) | 0.023 (0.028) | 0.074** (0.031) | 0.108*** (0.030) |
| 상수 | 0.631*** (0.104) | 0.201* (0.108) | 0.253*** (0.061) | 0.395*** (0.043) | 0.588*** (0.063) | 0.861*** (0.081) |
| R^2 , Pseudo R^2 | 0.793 | 0.476 | 0.581 | 0.648 | 0.667 | 0.643 |
| 관측치 수 | 3,422 | 3,422 | 3,422 | 3,422 | 3,422 | 3,422 |

주: 1) *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$

2) 괄호 안은 robust standard error.

3) 산업부문 및 연도 더미 변수는 분석에는 포함되었으나, 표에 제시하지는 않음.

제 5 장 요약 및 결론

본 연구의 목적은 외부 R&D가 기업의 생산성에 미치는 영향을 기업규모의 매개효과와 함께 파악하는 것이다. 이를 위해 먼저 선행 연구를 검토하여 외부 R&D 투자의 기대효과를 확인하였다. 그리고 기업의 생산성과 생산요소 선택 사이의 편이를 통제된 상태에서 생산함수와 기업의 총요소생산성을 추정하였고, 추정된 총요소생산성을 R&D 투자와 통제변수의 함수로 설정, 외부 R&D의 효과와 기업규모의 매개효과를 실증분석하였다. 실증분석에는 OLS 분석과 함께 분위회귀분석도 활용하여 생산성 수준에 따른 R&D의 이질적 효과를 반영하였다.

전체 제조업과 각 기술부문별 제조업에 대한 분석결과는 다음과 같다. 전체 제조업에 대한 분석에서는 외부 R&D의 기여가 OLS 분석과 분위회귀분석 전반에 걸쳐 유의하게 확인되었다. 하지만 기업규모의 매개효과는 유의하지 않거나 음의 계수를 띠기도 하였다. 첨단기술 제조업에 대한 OLS 분석에서는 외부 R&D의 계수가 양으로 유의하였으며, 분위회귀분석에서는 0.25~0.75 분위분석에서 외부 R&D 투자가 생산성에 기여하였다. 중기술 제조업에서도 외부 R&D가 기업생산성에 기여하였으며, 분위회귀분석에서는 중앙값 이상의 분위에서 외부 R&D의 계수가 양으로 유의하였다. 저기술 제조업의 경우에는 OLS 분석에서 외부 R&D의 효과가 유의하지 않았으나, 분위분석에서 외부 R&D의 효과가 확인되었다. 개별 산업에 대한 추가적인 분석결과는 해당 산업부문의 결과와 대체로 유사하였다.

본 연구의 기여는 첫째, 외부 R&D 활동이 기업생산성에 긍정적인 영향을 미친다는 점을 국내 기업 표본을 활용하여 확인하였다는 점이다. 이러한 결과는 자체 R&D 투자를 통제한 가운데 도출되었

으므로, 외부 R&D 투자의 고유한 효과가 식별되었다고 할 수 있다. 이는 기업의 외부 R&D 투자가 유의미한 혁신활동임을 밝힌 것으로, 개방형 혁신활동과 기업성과를 분석하는 연구 흐름에도 기여하는 것이다.

둘째, 본 연구는 저기술 제조업을 제외한 부문에서, 외부 R&D 투자에 대한 기업규모의 매개효과는 기업생산성에 기여하지 않거나, 기여하더라도 그 효과가 자체 R&D 투자의 경우보다 약하다는 점을 확인하였다. 이는 기업규모에 따른 외부 R&D 투자 효과의 차이가 크지 않다는 것을 의미한다. 그 원인은 외부 R&D가 자체 R&D에 비해 그 진입장벽이 낮기 때문으로, 이로 인해 상대적으로 R&D 인프라가 열악하고 관련 노하우가 부족한 중소기업도 외부 R&D를 통해 성과를 획득할 수 있다. 물론, 외부 R&D 수행에 중소기업이 불리한 측면도 존재하지만, 본 연구의 분석결과는 자체 R&D에 비해서 외부 R&D의 성과가 기업규모에 국한되지 않는다는 점을 드러냈다. 이러한 결과는 중소기업의 외부 R&D 투자 및 개방형 혁신활동 참여에 합리적인 근거를 부여한다.

이러한 실증분석 결과는 외부 R&D가 기업생산성에 긍정적으로 기여하는 혁신활동임을 보여준다. 따라서 기업간 네트워크의 형성을 지원하고 계약기준에 대한 규정을 정비하는 등의 정책은 외부 R&D 활동에 대한 기업의 접근성을 높여 혁신성과의 제고에 기여할 수 있다. 특히, 기업규모의 매개효과에 대한 분석결과는 중소기업의 외부 R&D 활동을 지원하는 것이 효율적인 정책임을 시사한다.

본 연구의 한계점은 다음과 같다. 첫째, 본 연구의 실증분석은 기업이 보유한 인적자본 반영하지 못하였다. 혁신성과의 창출에는 기업이 보유한 인적자원도 중요한 역할을 수행한다. 하지만 본 연구에서는 인적자본 변수를 반영하지 못하였는데, 이는 부분적으로 「기

업활동조사」 자료가 종사자의 학력 수준이나, 기업 전체의 연구인력과 같은 정보를 포함하고 있지 않았기 때문이었다. 둘째, 기업의 R&D 활동을 고려함에 있어 관련 정책의 효과를 고려하지 못하였다. R&D에 대한 정책적 지원은 기업의 R&D 의사결정에 상당한 영향을 미친다. 특히, 상대적으로 자금력 및 R&D 인력이 부족한 중소기업의 경우에는 정부의 지원이 더 큰 영향을 발휘할 수 있다. 하지만 이 역시 자료의 특성으로 인해 분석에 반영되지 못하였다.

본 연구를 바탕으로 외부 R&D에 대한 이해를 심화시키기 위해서는 외부 R&D 활동이 기업의 혁신에 기여하는 양상을 구체적으로 분석할 필요가 있다. 외부 R&D가 생산성에 기여하는 바는 산업마다 상이하므로, 개별 산업부문에 대한 분석이 구체적으로 이루어질 때 외부 R&D 효과가 좀더 명확하게 드러날 것이다. 해당 산업의 특성에 대한 이해를 전제로, 실증분석과 함께 설문조사 등의 다양한 방법을 활용하여 외부 R&D 활동 전반이 조망된다면, 외부 R&D에 대한 이해를 심화하고 관련 정책을 마련하는데 기여할 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- 김진영·윤유진(2009), “기업 규모와 특허 생산성”, 「응용경제」, 11(1), 177-194.
- 노지혜·정민근·나중덕(2010), “기술집약도에 따른 국내 제조업의 기술혁신 패턴 분석”, 「기술혁신연구」, 18(2), 33-58.
- 박경도·윤지웅(2007), “중소기업의 내부연구개발 활동과 외부 연구개발 활동의 관계: 보완관계인가 대체관계인가?”, 「벤처경영연구」, 10(3), 63-84.
- 배찬권·김영귀·금혜윤(2015), 「국내 제조업 생산성의 결정요인과 수출 간의 관계에 대한 분석」, 대외경제정책연구원.
- 서환주·김강식·이영수(2009), “R&D 아웃소싱의 국내제조업 기술혁신 기여에 대한 실증분석”, 「경상논총」, 27(3), 91-118.
- 이경희·박문수·조현승(2011), 「한국 기업의 R&D 아웃소싱과 성과」, 산업연구원.
- 이근희·표학길(2015), “기업동학, 자원재분배 및 노동생산성 결정요인:기업활동조사(2006~2012)에 기초한 패널분석”, 「한국경제의 분석」, 21(3), 43-114.
- 임효정·이원영(2009), “한국 기업의 연구개발 외주활동 결정요인 분석”, 「기술혁신연구」, 17(1), 179-204.
- 전현배·조장희·허정(2012), “기업의 생산성 격차와 국제화 전략”, 「경제학연구」, 61(1), 5-30.
- 홍장표·김은영(2009), “한국 제조업의 산업별 기술혁신패턴 분석”, 「기술혁신연구」, 17(2), 25-53.
- 통계청, 「기업활동조사 통계조사보고서」.
- Arrow, Kenneth J.(1962), “Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention”, *The Rate and Direction of Inventive Activity: Economic and Social Factors*. Princeton University Press, 609-626.

- Audretsch, David B., and Marco Vivarelli(1996), “Firms Size and R&D Spillovers: Evidence from Italy”, *Small Business Economics*, 8(3), 249–258.
- Barney, Jay(1991), “Firm Resources and Sustained Competitive Advantage”, *Journal of Management*, 17(1), 99–120.
- Baumann, Julian, and Alexander S. Kritikos(2016), “The Link Between R&D, Innovation and Productivity: Are Micro Firms Different?”, *Research Policy*, 45(6), 1263–1274.
- Beneito, Pilar(2006), “The Innovative Performance of In-house and Contracted R&D in terms of Patents and Utility Models”, *Research Policy*, 35(4), 502–517.
- Berchicci, Luca(2013), “Towards An Open R&D System: Internal R&D Investment, External Knowledge Acquisition and Innovative Performance”, *Research Policy*, 42(1), 117–127.
- Bönte, Werner(2003), “R&D and Productivity: Internal vs. External R&D–evidence from West German Manufacturing Industries”, *Economics of Innovation and New Technology*, 12(4), 343–360.
- Buettner, Thomas(2003), “R&D and the Dynamics of Productivity”, London School of Economics. mimeo, 2003.
- Cassiman, Bruno, and Reinhilde Veugelers(2002), “R&D Cooperation and Spillovers: Some Empirical Evidence from Belgium”, *The American Economic Review*, 92(4), 1169–1184.
- Cassiman, Bruno, and Reinhilde Veugelers(2006), “In Search of Complementarity in Innovation Strategy: Internal R&D and External Knowledge Acquisition”, *Management Science*, 52(1), 68–82.
- Castellani, Davide, and Fabio Pieri(2013), “R&D Offshoring and the Productivity Growth of European Regions”, *Research*

- Policy*, 42(9), 1581-1594.
- Chesbrough, Henry William(2006), *Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology*. Harvard Business Press.
- Coad, Alex, and Rekha Rao(2008), “Innovation and Firm Growth in High-tech Sectors: A Quantile Regression Approach”, *Research policy*, 37(4), 633-648.
- Coad, Alex, Agustí Segarra, and Mercedes Teruel(2016), “Innovation and Firm Growth: Does Firm Age Play a Role?”, *Research Policy*, 45(2), 387-400.
- Cohen, Wesley M., and Daniel A. Levinthal(1990), “Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation”, *Administrative Science Quarterly*, 35(1), 128-152.
- Cuneo, Philippe, and Jacques Mairesse(1984), “Productivity and R&D at the Firm Level in French Manufacturing”, R&D, Patents, and Productivity, University of Chicago Press, 375-392
- Das, Tushar K., and Bing-Sheng Teng(2000), “A Resource-based Theory of Strategic Alliances”, *Journal of Management*, 26(1), 31-61.
- Doraszelski, Ulrich, and Jordi Jaumandreu(2013), “R&D and Productivity: Estimating Endogenous Productivity”, *Review of Economic Studies*, 80(4), 1338-1383.
- Falk, Martin(2012), “Quantile Estimates of the Impact of R&D Intensity on Firm Performance”, *Small Business Economics*, 39(1), 19-37.
- Frenz, Marion, and Grazia Ietto-Gillies(2009), “The Impact on Innovation Performance of Different Sources of Knowledge: Evidence from the UK Community Innovation Survey”, *Research Policy*, 38(7), 1125-1135.

- Greene, William H.(2012), *Econometric Analysis (7th edition)*, Pearson.
- Griliches, Zvi(1979), “Issues in Assessing the Contribution of Research and Development to Productivity Growth”, *The Bell Journal of Economics*, 10(1), 92–116.
- Hagedoorn, John(1993), “Understanding the Rationale of Strategic Technology Partnering: Interorganizational Modes of Cooperation and Sectoral Differences”, *Strategic Management Journal*, 14(5), 371–385.
- Hall, Bronwyn H., Jacques Mairesse, and Pierre Mohnen(2010), “Measuring the Returns to R&D”, *Handbook of the Economics of Innovation* 2, 1033–1082.
- Han, Sang Yun, and Sung Joo Bae(2014), “Internalization of R&D Outsourcing: An Empirical Study”, *International Journal of Production Economics*, 150, 58–73.
- Huang, Yu-An, Hsien-Jui Chung, and Chad Lin(2009), “R&D Sourcing Strategies: Determinants and Consequences”, *Technovation*, 29(3), 155–169.
- Katz, Michael L(1986), “An Analysis of Cooperative Research and Development”, *The Rand Journal of Economics*, 17(4), 527–543.
- Kogut, Bruce, and Udo Zander(1992), “Knowledge of the Firm, Combinative Capabilities, and the Replication of Technology”, *Organization Science*, 3(3), 383–397.
- Krzeminska, Anna, and Christine Eckert(2016), “Complementarity of Internal and External R&D: Is There A Difference Between Product Versus Process Innovations?”, *R&D Management*, 46(S3), 931–944.
- Leiblein, Michael J., and Douglas J. Miller(2003), “An Empirical Examination of Transaction and Firm Level Influences on the

- Vertical Boundaries of the Firm”, *Strategic Management Journal*, 24(9), 839–859.
- Levinsohn, James, and Amil Petrin(2003), “Estimating Production Functions Using Inputs to Control for Unobservables”, *The Review of Economic Studies*, 70(2), 317–341.
- Link, Albert N., and Barry Bozeman(1991), “Innovative Behavior in Small-sized Firms”, *Small Business Economics*, 3(3), 179–184.
- Montresor, Sandro, and Antonio Vezzani(2015), “The Production Function of Top R&D Investors: Accounting for Size and Sector Heterogeneity with Quantile Estimations”, *Research Policy*, 44(2), 381–393.
- Nakamura, Kenta, and Hiroyuki Odagiri(2005), “R&D Boundaries of the Firm: An Estimation of the Double-hurdle Model on Commissioned R&D, Joint R&D, and Licensing in Japan”, *Economics of Innovation and New Technology*, 14(7), 583–615.
- Narula, Rajneesh(2001), “Choosing Between Internal and Non-internal R&D Activities: Some Technological and Economic Factors”, *Technology Analysis & Strategic Management*, 13(3), 365–387.
- Nicholls-Nixon, Charlene L., and Carolyn Y. Woo(2003), “Technology Sourcing and Output of Established Firms in A Regime of Encompassing Technological Change”, *Strategic Management Journal*, 24(7), 651–666.
- Olley, G. Steven, and Ariel Pakes(1996), “The Dynamics of Productivity in the Telecommunications Equipment Industry”, *Econometrica*, 64(6), 1263–1297.
- Pisano, Gary P(1990), “The R&D Boundaries of the Firm: An Empirical Analysis”, *Administrative Science Quarterly*, 35(1),

153–176.

- Scherer, Frederic M.(1965), “Firm Size, Market Structure, Opportunity, and the Output of Patented Inventions”, *The American Economic Review*, 55(5), 1097–1125.
- Schumpeter, Joseph A.(1942), *Capitalism, Socialism and Democracy*, New York: Harper and Row.
- Spithoven, André, and Peter Teirlinck(2015), “Internal Capabilities, Network Resources and Appropriation Mechanisms as Determinants of R&D Outsourcing”, *Research Policy*, 44(3), 711–725.
- Solow, Robert M.(1957), “Technical Change and the Aggregate Production Function”, *The Review of Economics and Statistics*, 39(3), 312–320.
- Stanko, Michael A., and Roger J. Calantone(2011), “Controversy in Innovation Outsourcing Research: Review, Synthesis and Future Directions”, *R&D Management*, 41(1), 8–20.
- Todo, Yasuyuki(2006), “Knowledge Spillovers from Foreign Direct Investment in R&D: Evidence from Japanese Firm-level Data”, *Journal of Asian Economics*, 17(6), 996–1013.
- Tsai, Kuen-Hung, and Jiann-Chyuan Wang(2005), “Does R&D Performance Decline With Firm Size? – A Re-examination in Terms of Elasticity”, *Research Policy*, 34(6), 966–976.
- Veugelers, Reinhilde, and Bruno Cassiman(1999), “Make and Buy in Innovation Strategies: Evidence from Belgian Manufacturing Firms”, *Research Policy*, 2(1), 63–80.

부 록

<부표 1> 생산함수 추정 결과: 전체 제조업 및 산업부문

| 구분 계수 | 전체 제조업 | 첨단기술 제조업 | 중기술 제조업 | 저기술 제조업 |
|------------|------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|
| α_l | 0.7565*** (0.0099) | 0.8197*** (0.0223) | 0.7721*** (0.0120) | 0.6547*** (0.0190) |
| α_k | 0.1235*** (0.0131) | 0.2164*** (0.0508) | 0.1169*** (0.0250) | 0.1065*** (0.0207) |
| D_{10} | -1.0425*** (0.0134) | | | -0.0459*** (0.0096) |
| D_{11} | -0.5810*** (0.0132) | | | 0.4916*** (0.0174) |
| D_{13} | -1.1144*** (0.0137) | | | -0.1603*** (0.0260) |
| D_{14} | -0.7246*** (0.0144) | | | 0.3584*** (0.0243) |
| D_{15} | -0.6889*** (0.0123) | | | 0.3092*** (0.0170) |
| D_{16} | -0.9948*** (0.0217) | | | 0.0327*** (0.0126) |
| D_{17} | -0.7873*** (0.0134) | | | 0.1953*** (0.0114) |
| D_{18} | -0.8199*** (0.0174) | | | 0.1831*** (0.0104) |
| D_{19} | -0.0097 (0.0187) | | 0.0325** (0.0145) | |
| D_{20} | -0.5618*** (0.0114) | | -0.5587*** (0.0092) | |
| D_{21} | -0.6688*** (0.0137) | 0.0617 (0.0887) | | |
| D_{22} | -0.9379*** | | -0.8796*** | |

| | | | | |
|----------|------------------------|----------------------|------------------------|-----------------------|
| | (0.0097) | | (0.0198) | |
| D_{23} | -0.7821*** (0.0136) | | -0.7189*** (0.0135) | |
| D_{24} | -0.6182*** (0.0166) | | -0.5851*** (0.0145) | |
| D_{25} | -0.7864*** (0.0135) | | -0.7225*** (0.0216) | |
| D_{26} | -0.9069*** (0.0199) | 0.0852 (0.0618) | | |
| D_{27} | -0.8162*** (0.0146) | -0.0853* (0.0506) | | |
| D_{28} | -0.8560*** (0.0133) | | -0.7732*** (0.0183) | |
| D_{29} | -0.8102*** (0.0181) | | -0.8057*** (0.0248) | |
| D_{30} | -0.9216*** (0.0147) | | -0.8886*** (0.0180) | |
| D_{31} | -0.8777*** (0.0189) | | -0.8130*** (0.0120) | |
| D_{32} | -0.9206*** (0.0162) | | | 0.0822*** (0.0121) |
| D_{33} | -0.9009*** (0.0161) | | | 0.1005*** (0.0111) |
| 관측치 수 | 55,263 | 10,571 | 33,424 | 11,268 |

주: 1) *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$

2) 괄호 안은 표준오차를 나타냄.

3) D_{ii} : 산업부문(중분류) 더미변수(ii : 중분류 분류기호)

<부표 2> 기업별 총요소생산성 결정요인 분석 결과: 전체 제조업

| 종속변수 | $\ln(TFP_t)$ | | | | | |
|------------------------------------|---------------------|-----------------------------|----------------------|---------------------|----------------------|----------------------|
| 분석모형 설명변수 | OLS | 분위회귀분석(Quantile Regression) | | | | |
| | | 0.1q | 0.25q | 0.5q | 0.75q | 0.9q |
| $\ln(TFP_{t-1})$ | 0.653*** (0.008) | 0.796*** (0.006) | 0.789*** (0.003) | 0.775*** (0.002) | 0.714*** (0.003) | 0.609*** (0.005) |
| $\ln(K_{t-1})$ | 0.043*** (0.002) | 0.016*** (0.003) | 0.028*** (0.001) | 0.035*** (0.001) | 0.044*** (0.001) | 0.052*** (0.002) |
| $\ln(R_{t-1})$ | 0.000 (0.001) | -0.002** (0.001) | -0.001 (0.001) | 0.000 (0.000) | 0.000 (0.001) | 0.001 (0.001) |
| $\ln(R_{t-1})$ $\times D_{300}$ | 0.008*** (0.002) | 0.019*** (0.004) | 0.009*** (0.001) | 0.004*** (0.001) | 0.002 (0.001) | 0.000 (0.002) |
| $\ln(E_{t-1})$ | 0.004*** (0.002) | -0.002 (0.003) | 0.002** (0.001) | 0.004*** (0.001) | 0.006*** (0.001) | 0.008*** (0.002) |
| $\ln(E_{t-1})$ $\times D_{300}$ | 0.001 (0.002) | 0.010*** (0.004) | 0.002 (0.001) | -0.002* (0.001) | -0.003** (0.001) | -0.005** (0.003) |
| D_{300} | -0.022 (0.015) | -0.135*** (0.033) | -0.042*** (0.012) | -0.014 (0.010) | -0.006 (0.009) | 0.027 (0.022) |
| D_{10} | -0.016 (0.022) | 0.094 (0.083) | -0.022 (0.021) | -0.033* (0.018) | -0.060*** (0.016) | -0.115** (0.051) |
| D_{11} | 0.004 (0.033) | 0.131 (0.085) | -0.016 (0.035) | -0.031 (0.021) | -0.018 (0.028) | -0.007 (0.060) |
| D_{13} | -0.022 (0.023) | 0.040 (0.084) | -0.015 (0.022) | -0.014 (0.018) | -0.033** (0.017) | -0.091* (0.050) |
| D_{14} | 0.004 (0.024) | 0.050 (0.085) | -0.049** (0.024) | -0.012 (0.019) | 0.028 (0.019) | 0.040 (0.053) |
| D_{15} | -0.010 (0.033) | -0.072 (0.084) | -0.040 (0.031) | -0.009 (0.023) | 0.024 (0.028) | 0.058 (0.055) |
| D_{16} | -0.004 (0.046) | -0.063 (0.102) | -0.011 (0.059) | -0.015 (0.029) | -0.028 (0.038) | -0.073 (0.061) |
| D_{17} | -0.040* (0.024) | 0.083 (0.086) | -0.051** (0.024) | -0.045** (0.019) | -0.069*** (0.016) | -0.138*** (0.053) |
| D_{18} | -0.043* (0.024) | 0.100 (0.086) | -0.018 (0.024) | -0.046** (0.019) | -0.087*** (0.016) | -0.207*** (0.053) |

| | | | | | | |
|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | (0.025) | (0.085) | (0.022) | (0.019) | (0.025) | (0.060) |
| D_{19} | -0.024 | -0.198 | -0.202*** | -0.145* | 0.001 | 0.330** |
| | (0.061) | (0.193) | (0.067) | (0.075) | (0.023) | (0.145) |
| D_{20} | -0.016 | 0.063 | -0.041* | -0.033* | -0.025 | -0.037 |
| | (0.023) | (0.083) | (0.022) | (0.018) | (0.016) | (0.050) |
| D_{21} | -0.011 | 0.126 | 0.004 | -0.015 | -0.065*** | -0.157*** |
| | (0.024) | (0.085) | (0.022) | (0.018) | (0.016) | (0.052) |
| D_{22} | -0.012 | 0.083 | -0.013 | -0.013 | -0.023 | -0.105** |
| | (0.022) | (0.083) | (0.021) | (0.018) | (0.016) | (0.050) |
| D_{23} | 0.014 | 0.091 | 0.004 | -0.001 | -0.009 | -0.067 |
| | (0.024) | (0.085) | (0.024) | (0.019) | (0.016) | (0.052) |
| D_{24} | -0.032 | -0.004 | -0.061*** | -0.030 | -0.026 | -0.063 |
| | (0.023) | (0.084) | (0.022) | (0.019) | (0.016) | (0.052) |
| D_{25} | -0.032 | 0.074 | -0.036* | -0.046** | -0.058*** | -0.122** |
| | (0.022) | (0.083) | (0.022) | (0.018) | (0.015) | (0.050) |
| D_{26} | 0.048** | -0.053 | -0.000 | 0.063*** | 0.108*** | 0.107** |
| | (0.022) | (0.084) | (0.022) | (0.018) | (0.015) | (0.050) |
| D_{27} | 0.002 | -0.006 | -0.023 | 0.015 | 0.021 | -0.017 |
| | (0.024) | (0.085) | (0.024) | (0.019) | (0.017) | (0.051) |
| D_{28} | -0.003 | 0.060 | -0.018 | -0.006 | -0.018 | -0.070 |
| | (0.023) | (0.084) | (0.022) | (0.018) | (0.016) | (0.050) |
| D_{29} | -0.033 | -0.006 | -0.045** | -0.031* | -0.030** | -0.066 |
| | (0.022) | (0.083) | (0.021) | (0.018) | (0.015) | (0.050) |
| D_{30} | -0.000 | 0.133 | 0.001 | -0.012 | -0.044*** | -0.139*** |
| | (0.022) | (0.082) | (0.021) | (0.017) | (0.015) | (0.049) |
| D_{31} | -0.016 | -0.030 | -0.046* | -0.009 | -0.019 | -0.017 |
| | (0.028) | (0.087) | (0.024) | (0.019) | (0.019) | (0.053) |
| D_{32} | -0.025 | 0.108 | 0.002 | -0.045* | -0.052* | -0.123** |
| | (0.030) | (0.091) | (0.032) | (0.023) | (0.027) | (0.053) |
| D_{2007} | -0.041*** | -0.058*** | -0.032*** | -0.013** | -0.008 | -0.016 |
| | (0.009) | (0.015) | (0.007) | (0.006) | (0.007) | (0.010) |
| D_{2008} | -0.083*** | -0.141*** | -0.102*** | -0.081*** | -0.049*** | -0.010 |
| | (0.009) | (0.016) | (0.008) | (0.006) | (0.009) | (0.014) |
| D_{2009} | -0.099*** | -0.163*** | -0.111*** | -0.077*** | -0.049*** | -0.025** |
| | (0.009) | (0.018) | (0.007) | (0.006) | (0.007) | (0.010) |

| | | | | | | |
|-------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| D_{2010} | -0.002 (0.009) | -0.040*** (0.014) | -0.043*** (0.008) | -0.026*** (0.006) | 0.009 (0.008) | 0.044*** (0.013) |
| D_{2011} | -0.082*** (0.009) | -0.086*** (0.015) | -0.097*** (0.007) | -0.082*** (0.006) | -0.084*** (0.007) | -0.074*** (0.011) |
| D_{2012} | -0.071*** (0.008) | -0.086*** (0.014) | -0.076*** (0.008) | -0.062*** (0.005) | -0.070*** (0.007) | -0.066*** (0.010) |
| D_{2013} | -0.037*** (0.008) | -0.030** (0.014) | -0.037*** (0.007) | -0.039*** (0.005) | -0.043*** (0.007) | -0.031*** (0.011) |
| D_{2014} | -0.052*** (0.008) | -0.054*** (0.015) | -0.045*** (0.007) | -0.048*** (0.005) | -0.059*** (0.006) | -0.058*** (0.012) |
| 상수 항 | 1.405*** (0.042) | 0.531*** (0.090) | 0.737*** (0.028) | 0.894*** (0.022) | 1.286*** (0.021) | 1.993*** (0.056) |
| R^2 , Pseudo R^2 | 0.496 | 0.269 | 0.349 | 0.401 | 0.407 | 0.379 |
| 관측치 수 | 47,326 | 47,326 | 47,326 | 47,326 | 47,326 | 47,326 |

주: 1) *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$

2) 괄호 안은 robust standard error.

3) D_{ii} : 산업부문(중분류) 더미변수(ii : 중분류 분류기호)

4) D_{yyyy} : 연도 더미변수

<부표 3> 기업별 총요소생산성 결정요인 분석 결과: 첨단기술 제조업

| 종속변수 | $\ln(TFP_t)$ | | | | | |
|------------------------------------|----------------------|-----------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| 분석모형 설명변수 | OLS | 분위회귀분석(Quantile Regression) | | | | |
| | | 0.1q | 0.25q | 0.5q | 0.75q | 0.9q |
| $\ln(TFP_{t-1})$ | 0.547*** (0.017) | 0.741*** (0.018) | 0.709*** (0.008) | 0.674*** (0.006) | 0.582*** (0.007) | 0.483*** (0.013) |
| $\ln(K_{t-1})$ | -0.009 (0.006) | 0.007 (0.009) | 0.000 (0.004) | 0.006** (0.003) | -0.003 (0.003) | -0.015** (0.006) |
| $\ln(R_{t-1})$ | 0.003* (0.002) | -0.017*** (0.003) | -0.003*** (0.001) | 0.004*** (0.001) | 0.007*** (0.001) | 0.014*** (0.002) |
| $\ln(R_{t-1})$ $\times D_{300}$ | 0.003 (0.004) | 0.027*** (0.005) | 0.004 (0.004) | -0.002 (0.002) | -0.001 (0.002) | -0.005 (0.004) |
| $\ln(E_{t-1})$ | 0.005* (0.003) | -0.000 (0.005) | 0.005*** (0.002) | 0.004*** (0.002) | 0.005*** (0.002) | 0.005 (0.004) |
| $\ln(E_{t-1})$ $\times D_{300}$ | 0.002 (0.004) | 0.006 (0.006) | 0.001 (0.002) | 0.000 (0.002) | -0.002 (0.002) | -0.004 (0.005) |
| D_{300} | 0.007 (0.033) | -0.186*** (0.039) | 0.009 (0.035) | 0.014 (0.022) | -0.021 (0.017) | -0.033 (0.035) |
| D_{21} | -0.007 (0.019) | 0.122*** (0.032) | 0.020 (0.013) | -0.026** (0.012) | -0.072*** (0.014) | -0.084*** (0.028) |
| D_{26} | -0.063*** (0.015) | -0.096*** (0.031) | -0.051*** (0.012) | -0.022** (0.010) | -0.023* (0.012) | -0.005 (0.022) |
| D_{2007} | -0.153*** (0.027) | -0.107*** (0.035) | -0.066*** (0.022) | -0.040** (0.017) | -0.072*** (0.017) | -0.104*** (0.036) |
| D_{2008} | -0.150*** (0.025) | -0.130*** (0.050) | -0.116*** (0.022) | -0.070*** (0.016) | -0.100*** (0.019) | -0.121*** (0.029) |
| D_{2009} | -0.174*** (0.025) | -0.139*** (0.044) | -0.114*** (0.020) | -0.105*** (0.016) | -0.119*** (0.022) | -0.115*** (0.039) |
| D_{2010} | 0.004 (0.023) | 0.082* (0.042) | 0.021 (0.018) | 0.025* (0.014) | 0.004 (0.020) | -0.006 (0.028) |
| D_{2011} | -0.052** (0.024) | -0.023 (0.050) | -0.016 (0.024) | -0.012 (0.015) | -0.049** (0.019) | -0.039 (0.029) |
| D_{2012} | -0.045* (0.024) | -0.064* (0.031) | -0.018 (0.024) | -0.026* (0.015) | -0.041** (0.019) | -0.006 (0.029) |

| | | | | | | |
|-------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| D_{2013} | (0.023) | (0.036) | (0.021) | (0.014) | (0.021) | (0.037) |
| | 0.004 | 0.047 | 0.012 | 0.015 | -0.019 | 0.027 |
| D_{2014} | (0.023) | (0.038) | (0.019) | (0.013) | (0.016) | (0.034) |
| | 0.002 | 0.004 | 0.023 | 0.026* | 0.000 | -0.002 |
| | (0.023) | (0.058) | (0.017) | (0.014) | (0.015) | (0.033) |
| 상수항 | 1.528*** | 0.435*** | 0.790*** | 0.991*** | 1.580*** | 2.186*** |
| | (0.079) | (0.111) | (0.049) | (0.037) | (0.037) | (0.080) |
| R^2 , Pseudo R^2 | 0.363 | 0.219 | 0.268 | 0.291 | 0.273 | 0.240 |
| 관측치 수 | 8,923 | 8,923 | 8,923 | 8,923 | 8,923 | 8,923 |

주: 1) *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$

2) 괄호 안은 robust standard error.

3) D_{ii} : 산업부문(중분류) 더미변수(ii : 중분류 분류기호)

4) D_{yyyy} : 연도 더미변수

<부표 4> 기업별 총요소생산성 결정요인 분석 결과: 중기술 제조업

| 종속변수 | $\ln(TFP_t)$ | | | | | |
|------------------------------------|---------------------|-----------------------------|----------------------|---------------------|----------------------|----------------------|
| 분석모형 설명변수 | OLS | 분위회귀분석(Quantile Regression) | | | | |
| | | 0.1q | 0.25q | 0.5q | 0.75q | 0.9q |
| $\ln(TFP_{t-1})$ | 0.635*** (0.011) | 0.773*** (0.008) | 0.770*** (0.004) | 0.757*** (0.003) | 0.693*** (0.003) | 0.582*** (0.005) |
| $\ln(K_{t-1})$ | 0.052*** (0.003) | 0.015*** (0.003) | 0.032*** (0.002) | 0.040*** (0.001) | 0.053*** (0.002) | 0.064*** (0.002) |
| $\ln(R_{t-1})$ | -0.001* (0.001) | 0.000 (0.001) | -0.001 (0.001) | -0.001** (0.001) | -0.002*** (0.001) | -0.003*** (0.001) |
| $\ln(R_{t-1})$ $\times D_{300}$ | 0.011*** (0.002) | 0.025*** (0.005) | 0.012*** (0.002) | 0.006*** (0.001) | 0.003** (0.002) | 0.002 (0.003) |
| $\ln(E_{t-1})$ | 0.004** (0.002) | -0.004 (0.003) | 0.002 (0.002) | 0.005*** (0.001) | 0.004*** (0.001) | 0.006** (0.003) |
| $\ln(E_{t-1})$ $\times D_{300}$ | 0.001 (0.003) | 0.010** (0.004) | 0.003 (0.002) | -0.002 (0.002) | -0.000 (0.002) | 0.001 (0.004) |
| D_{300} | -0.038* (0.022) | -0.196*** (0.048) | -0.067*** (0.019) | -0.024* (0.013) | -0.006 (0.015) | 0.039 (0.030) |
| D_{19} | -0.012 (0.060) | -0.161 (0.104) | -0.168** (0.066) | -0.133* (0.071) | 0.006 (0.077) | 0.334* (0.175) |
| D_{20} | 0.029 (0.020) | 0.098*** (0.029) | 0.024 (0.018) | 0.004 (0.012) | 0.018 (0.017) | 0.015 (0.019) |
| D_{22} | 0.016 (0.019) | 0.098*** (0.030) | 0.036** (0.017) | 0.005 (0.012) | 0.001 (0.017) | -0.061*** (0.018) |
| D_{23} | 0.031 (0.021) | 0.111*** (0.033) | 0.052*** (0.019) | 0.014 (0.013) | 0.003 (0.017) | -0.049*** (0.019) |
| D_{24} | -0.006 (0.021) | 0.026 (0.031) | -0.006 (0.018) | -0.011 (0.013) | -0.004 (0.017) | -0.049** (0.021) |
| D_{25} | -0.009 (0.019) | 0.087*** (0.030) | 0.012 (0.017) | -0.030** (0.012) | -0.041** (0.017) | -0.091*** (0.018) |
| D_{28} | 0.022 (0.020) | 0.070** (0.033) | 0.028 (0.018) | 0.007 (0.012) | 0.010 (0.018) | -0.019 (0.020) |

| | | | | | | |
|-------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| D_{29} | 0.020 (0.019) | 0.021 (0.031) | 0.019 (0.017) | 0.004 (0.012) | 0.018 (0.017) | 0.006 (0.017) |
| D_{30} | 0.029 (0.018) | 0.153*** (0.028) | 0.052*** (0.016) | 0.008 (0.011) | -0.022 (0.016) | -0.102*** (0.016) |
| D_{2007} | -0.041*** (0.011) | -0.072*** (0.014) | -0.044*** (0.009) | -0.027*** (0.007) | -0.019** (0.008) | -0.024* (0.013) |
| D_{2008} | -0.075*** (0.012) | -0.165*** (0.020) | -0.122*** (0.010) | -0.096*** (0.007) | -0.040*** (0.010) | 0.049*** (0.017) |
| D_{2009} | -0.119*** (0.012) | -0.219*** (0.023) | -0.141*** (0.010) | -0.098*** (0.007) | -0.061*** (0.009) | -0.038** (0.015) |
| D_{2010} | -0.019* (0.011) | -0.079*** (0.016) | -0.068*** (0.011) | -0.041*** (0.008) | 0.003 (0.010) | 0.062*** (0.016) |
| D_{2011} | -0.099*** (0.010) | -0.106*** (0.015) | -0.121*** (0.009) | -0.107*** (0.007) | -0.092*** (0.008) | -0.074*** (0.014) |
| D_{2012} | -0.095*** (0.010) | -0.118*** (0.014) | -0.107*** (0.010) | -0.081*** (0.007) | -0.086*** (0.007) | -0.082*** (0.013) |
| D_{2013} | -0.056*** (0.010) | -0.059*** (0.017) | -0.053*** (0.010) | -0.053*** (0.006) | -0.050*** (0.009) | -0.035*** (0.012) |
| D_{2014} | -0.065*** (0.010) | -0.053*** (0.015) | -0.055*** (0.009) | -0.060*** (0.007) | -0.067*** (0.007) | -0.063*** (0.014) |
| 상수 항 | 1.394*** (0.049) | 0.635*** (0.051) | 0.753*** (0.030) | 0.923*** (0.022) | 1.291*** (0.026) | 1.986*** (0.035) |
| R^2 , Pseudo R^2 | 0.500 | 0.265 | 0.347 | 0.397 | 0.407 | 0.389 |
| 관측치 수 | 28,714 | 28,714 | 28,714 | 28,714 | 28,714 | 28,714 |

주: 1) *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

2) 괄호 안은 robust standard error.

3) D_{ii} : 산업부문(중분류) 더미변수(ii : 중분류 분류기호)

4) D_{yyyy} : 연도 더미변수

<부표 5> 기업별 총요소생산성 결정요인 분석 결과: 저기술 제조업

| 종속변수 | $\ln(TFP_t)$ | | | | | |
|------------------------------------|---------------------|-----------------------------|----------------------|---------------------|---------------------|----------------------|
| 분석모형 설명변수 | OLS | 분위회귀분석(Quantile Regression) | | | | |
| | | 0.1q | 0.25q | 0.5q | 0.75q | 0.9q |
| $\ln(TFP_{t-1})$ | 0.755*** (0.015) | 0.883*** (0.013) | 0.860*** (0.006) | 0.848*** (0.005) | 0.809*** (0.005) | 0.716*** (0.008) |
| $\ln(K_{t-1})$ | 0.039*** (0.004) | 0.017*** (0.006) | 0.025*** (0.003) | 0.028*** (0.002) | 0.032*** (0.003) | 0.044*** (0.003) |
| $\ln(R_{t-1})$ | 0.002* (0.001) | -0.001 (0.002) | 0.002* (0.001) | 0.002** (0.001) | 0.002** (0.001) | 0.003** (0.002) |
| $\ln(R_{t-1})$ $\times D_{300}$ | 0.004 (0.003) | 0.009* (0.005) | 0.005* (0.003) | 0.003* (0.002) | -0.000 (0.002) | -0.005 (0.006) |
| $\ln(E_{t-1})$ | 0.004 (0.005) | 0.001 (0.008) | -0.003 (0.004) | 0.007* (0.004) | 0.010*** (0.002) | 0.010*** (0.003) |
| $\ln(E_{t-1})$ $\times D_{300}$ | 0.008 (0.006) | 0.020** (0.008) | 0.013*** (0.004) | -0.004 (0.005) | -0.003 (0.004) | -0.001 (0.008) |
| D_{300} | 0.005 (0.024) | -0.046 (0.044) | -0.020 (0.021) | -0.008 (0.016) | 0.016 (0.019) | 0.063 (0.055) |
| D_{10} | -0.006 (0.022) | 0.107* (0.056) | -0.017 (0.015) | -0.026* (0.014) | -0.042** (0.020) | -0.094*** (0.031) |
| D_{11} | -0.009 (0.032) | 0.106 (0.066) | -0.031 (0.028) | -0.017 (0.017) | -0.025 (0.033) | -0.028 (0.051) |
| D_{13} | -0.006 (0.023) | 0.054 (0.057) | -0.014 (0.017) | -0.005 (0.015) | -0.011 (0.021) | -0.054 (0.033) |
| D_{14} | -0.013 (0.024) | 0.041 (0.059) | -0.055*** (0.018) | -0.019 (0.017) | 0.009 (0.022) | 0.010 (0.034) |
| D_{15} | -0.006 (0.032) | -0.038 (0.091) | -0.038 (0.030) | 0.008 (0.021) | 0.027 (0.031) | 0.074 (0.056) |
| D_{16} | -0.008 (0.046) | 0.023 (0.130) | -0.026 (0.054) | -0.014 (0.029) | -0.008 (0.035) | -0.030 (0.052) |
| D_{17} | -0.028 (0.024) | 0.075 (0.058) | -0.042** (0.018) | -0.033** (0.016) | -0.051** (0.021) | -0.110*** (0.034) |
| D_{18} | -0.037 | 0.097 | -0.020 | -0.038** | -0.061** | -0.176*** |

| | | | | | | |
|-------------------------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | (0.025) | (0.066) | (0.022) | (0.017) | (0.024) | (0.035) |
| D_{32} | -0.027 | 0.097 | -0.024 | -0.034* | -0.060** | -0.108*** |
| | (0.030) | (0.069) | (0.017) | (0.019) | (0.027) | (0.037) |
| D_{2007} | 0.002 | -0.064** | -0.012 | -0.001 | 0.030* | 0.017 |
| | (0.018) | (0.032) | (0.016) | (0.012) | (0.015) | (0.016) |
| D_{2008} | -0.043** | -0.119*** | -0.068*** | -0.062*** | -0.029* | 0.003 |
| | (0.020) | (0.032) | (0.016) | (0.012) | (0.016) | (0.021) |
| D_{2009} | 0.005 | -0.078*** | -0.027* | -0.023* | 0.021 | 0.072*** |
| | (0.018) | (0.024) | (0.014) | (0.012) | (0.017) | (0.022) |
| D_{2010} | -0.001 | -0.045 | -0.044*** | -0.041*** | -0.003 | 0.026 |
| | (0.018) | (0.028) | (0.014) | (0.012) | (0.015) | (0.022) |
| D_{2011} | -0.043** | -0.091*** | -0.069*** | -0.072*** | -0.045*** | -0.021 |
| | (0.018) | (0.034) | (0.013) | (0.012) | (0.016) | (0.022) |
| D_{2012} | -0.029* | -0.038 | -0.039*** | -0.042*** | -0.021 | -0.010 |
| | (0.018) | (0.032) | (0.013) | (0.013) | (0.015) | (0.021) |
| D_{2013} | -0.016 | -0.032 | -0.024* | -0.039*** | -0.033** | -0.019 |
| | (0.017) | (0.028) | (0.013) | (0.011) | (0.014) | (0.020) |
| D_{2014} | -0.038** | -0.061** | -0.037*** | -0.047*** | -0.047*** | -0.047** |
| | (0.016) | (0.029) | (0.014) | (0.011) | (0.013) | (0.023) |
| 상수항 | 0.800*** | 0.031 | 0.336*** | 0.509*** | 0.801*** | 1.336*** |
| | (0.062) | (0.088) | (0.036) | (0.030) | (0.037) | (0.055) |
| R^2 , Pseudo R^2 | 0.635 | 0.359 | 0.442 | 0.498 | 0.513 | 0.487 |
| 관측치 수 | 9,689 | 9,689 | 9,689 | 9,689 | 9,689 | 9,689 |

주: 1) *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$

2) 괄호 안은 robust standard error.

3) D_{ii} : 산업부문(중분류) 더미변수(iii : 중분류 분류기호)

4) D_{yyyy} : 연도 더미변수

<부표 6> 생산함수 추정 결과: 개별산업 및 산업군

| 계수 \ 구분 | 전자제품, 컴퓨터 제조업 | 전기, 기타장비 제조업 | 음식료품 제조업 |
|------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|
| α_l | 0.7781*** (0.0286) | 0.8692*** (0.0260) | 0.5040*** (0.0294) |
| α_k | 0.2233*** (0.0616) | 0.0952*** (0.0338) | 0.0906** (0.0359) |
| D_{10} | | | -0.3344*** (0.0692) |
| D_{11} | | | 0.1598*** (0.0481) |
| D_{28} | | -0.0443 (0.0327) | |
| D_{29} | | 0.0536** (0.0265) | |
| 관측치 수 | 7,190 | 9,747 | 3,968 |

주: 1) *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$

2) 괄호 안은 표준오차를 나타냄.

3) D_{ii} : 산업부문(중분류) 더미변수(iii : 중분류 분류기호)

<부표 7> 기업별 총요소생산성 결정요인 분석 결과:
전자제품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비 제조업

| 종속변수 | $\ln(TFP_t)$ | | | | | |
|------------------------------------|----------------------|-----------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| 분석모형 설명변수 | OLS | 분위회귀분석(Quantile Regression) | | | | |
| | | 0.1q | 0.25q | 0.5q | 0.75q | 0.9q |
| $\ln(TFP_{t-1})$ | 0.521*** (0.020) | 0.712*** (0.024) | 0.676*** (0.011) | 0.629*** (0.008) | 0.538*** (0.011) | 0.440*** (0.018) |
| $\ln(K_{t-1})$ | -0.007 (0.007) | 0.006 (0.014) | 0.007 (0.006) | 0.009** (0.004) | -0.003 (0.004) | -0.010 (0.008) |
| $\ln(R_{t-1})$ | 0.004* (0.002) | -0.022*** (0.004) | -0.004** (0.002) | 0.005*** (0.001) | 0.010*** (0.002) | 0.018*** (0.003) |
| $\ln(R_{t-1})$ $\times D_{300}$ | 0.006 (0.004) | 0.029*** (0.011) | 0.005 (0.005) | -0.000 (0.003) | 0.002 (0.003) | 0.001 (0.006) |
| $\ln(E_{t-1})$ | 0.007* (0.004) | -0.006 (0.010) | 0.005 (0.004) | 0.009*** (0.003) | 0.016*** (0.003) | 0.010 (0.007) |
| $\ln(E_{t-1})$ $\times D_{300}$ | 0.002 (0.006) | 0.006 (0.013) | 0.003 (0.006) | -0.002 (0.005) | -0.009*** (0.003) | -0.005 (0.008) |
| D_{300} | -0.000 (0.040) | -0.192* (0.102) | -0.010 (0.047) | 0.020 (0.023) | 0.001 (0.023) | -0.050 (0.052) |
| D_{2007} | -0.203*** (0.036) | -0.131* (0.077) | -0.110*** (0.036) | -0.098*** (0.024) | -0.134*** (0.028) | -0.153*** (0.049) |
| D_{2008} | -0.212*** (0.033) | -0.141** (0.064) | -0.153*** (0.035) | -0.142*** (0.021) | -0.182*** (0.027) | -0.210*** (0.048) |
| D_{2009} | -0.210*** (0.033) | -0.144* (0.085) | -0.130*** (0.032) | -0.143*** (0.021) | -0.177*** (0.030) | -0.148*** (0.049) |
| D_{2010} | -0.013 (0.030) | 0.106 (0.069) | 0.014 (0.028) | -0.001 (0.023) | -0.023 (0.029) | -0.038 (0.034) |
| D_{2011} | -0.048 (0.033) | 0.018 (0.067) | 0.013 (0.034) | 0.009 (0.023) | -0.026 (0.022) | -0.041 (0.038) |
| D_{2012} | -0.024 (0.031) | 0.004 (0.066) | 0.008 (0.034) | 0.002 (0.021) | -0.003 (0.028) | 0.034 (0.046) |
| D_{2013} | 0.024 | 0.096 | 0.032 | 0.020 | -0.003 | 0.055 |

| | | | | | | |
|-------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| D_{2014} | (0.030) | (0.067) | (0.032) | (0.020) | (0.027) | (0.051) |
| | 0.033 | 0.115* | 0.048 | 0.057*** | 0.029 | 0.005 |
| | (0.029) | (0.064) | (0.030) | (0.021) | (0.021) | (0.045) |
| 상수항 | 1.635*** | 0.515*** | 0.857*** | 1.159*** | 1.773*** | 2.372*** |
| | (0.095) | (0.155) | (0.069) | (0.048) | (0.059) | (0.103) |
| R^2 , Pseudo R^2 | 0.354 | 0.192 | 0.249 | 0.286 | 0.275 | 0.249 |
| 관측치 수 | 6,028 | 6,028 | 6,028 | 6,028 | 6,028 | 6,028 |

주: 1) *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$

2) 괄호 안은 robust standard error.

3) D_{ii} : 산업부문(중분류) 더미변수(iii : 중분류 분류기호)

4) D_{yyyy} : 연도 더미변수

<부표 8> 기업별 총요소생산성 결정요인 분석 결과:

전기장비 제조업, 기타 기계 및 장비 제조업

| 종속변수 설명변수 | $\ln(TFP_t)$ | | | | | |
|-------------------------------|----------------------|-----------------------------|----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
| | OLS | 분위회귀분석(Quantile Regression) | | | | |
| | | 0.1q | 0.25q | 0.5q | 0.75q | 0.9q |
| $\ln(TFP_{t-1})$ | 0.581*** (0.021) | 0.712*** (0.021) | 0.721*** (0.005) | 0.713*** (0.007) | 0.643*** (0.008) | 0.516*** (0.013) |
| $\ln(K_{t-1})$ | 0.024*** (0.006) | 0.008 (0.009) | 0.011*** (0.004) | 0.022*** (0.003) | 0.029*** (0.004) | 0.036*** (0.007) |
| $\ln(R_{t-1})$ | -0.002 (0.002) | -0.005 (0.003) | -0.002* (0.001) | -0.002* (0.001) | -0.001 (0.001) | -0.001 (0.002) |
| $\ln(R_{t-1}) \times D_{300}$ | 0.021*** (0.006) | 0.041*** (0.011) | 0.025*** (0.005) | 0.014*** (0.004) | 0.011*** (0.004) | 0.006 (0.008) |
| $\ln(E_{t-1})$ | 0.005 (0.004) | -0.013 (0.011) | 0.002 (0.002) | 0.005** (0.002) | 0.009*** (0.003) | 0.015** (0.007) |
| $\ln(E_{t-1}) \times D_{300}$ | -0.005 (0.007) | 0.010 (0.015) | 0.003 (0.007) | -0.005 (0.004) | -0.010** (0.004) | -0.017** (0.008) |
| D_{300} | -0.115** (0.055) | -0.353*** (0.100) | -0.150*** (0.053) | -0.064 (0.041) | -0.040 (0.038) | 0.005 (0.075) |
| D_{28} | 0.045*** (0.011) | 0.075*** (0.023) | 0.039*** (0.009) | 0.033*** (0.007) | 0.028*** (0.010) | 0.027* (0.015) |
| D_{2007} | -0.027 (0.023) | -0.051 (0.051) | -0.071*** (0.018) | -0.022 (0.015) | 0.003 (0.019) | -0.018 (0.027) |
| D_{2008} | -0.012 (0.024) | -0.058 (0.046) | -0.053*** (0.018) | -0.018 (0.014) | 0.003 (0.022) | 0.043 (0.036) |
| D_{2009} | -0.071*** (0.024) | -0.127** (0.052) | -0.119*** (0.017) | -0.067*** (0.015) | -0.034 (0.022) | -0.013 (0.024) |
| D_{2010} | 0.051** (0.024) | 0.008 (0.047) | -0.036** (0.018) | 0.003 (0.016) | 0.053** (0.024) | 0.093*** (0.027) |
| D_{2011} | -0.034 (0.022) | -0.056 (0.048) | -0.080*** (0.019) | -0.052*** (0.015) | -0.033* (0.018) | -0.016 (0.029) |
| D_{2012} | -0.035 | -0.081* | -0.108*** | -0.051*** | -0.054*** | -0.051* |

| | | | | | | |
|-------------------------|----------|----------|-----------|-----------|----------|----------|
| | (0.022) | (0.046) | (0.020) | (0.013) | (0.018) | (0.028) |
| D_{2013} | -0.011 | -0.009 | -0.046*** | -0.027** | -0.017 | -0.013 |
| | (0.021) | (0.048) | (0.017) | (0.013) | (0.019) | (0.024) |
| D_{2014} | -0.039* | -0.051 | -0.068*** | -0.036*** | -0.033** | -0.042* |
| | (0.022) | (0.044) | (0.018) | (0.012) | (0.017) | (0.025) |
| 상수항 | 1.414*** | 0.691*** | 0.882*** | 0.961*** | 1.325*** | 1.983*** |
| | (0.084) | (0.116) | (0.039) | (0.039) | (0.047) | (0.076) |
| R^2 , Pseudo R^2 | 0.351 | 0.173 | 0.252 | 0.296 | 0.293 | 0.266 |
| 관측치 수 | 8,370 | 8,370 | 8,370 | 8,370 | 8,370 | 8,370 |

주: 1) *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$

2) 괄호 안은 robust standard error.

3) D_{ii} : 산업부문(중분류) 더미변수(ii : 중분류 분류기호)

4) D_{yyyy} : 연도 더미변수

<부표 9> 기업별 총요소생산성 결정요인 분석 결과:

식료품 제조업, 음료제조업

| 종속변수 | $\ln(TFP_t)$ | | | | | |
|------------------------------------|---------------------|-----------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| 설명변수 | OLS | 분위회귀분석(Quantile Regression) | | | | |
| | | 0.1q | 0.25q | 0.5q | 0.75q | 0.9q |
| $\ln(TFP_{t-1})$ | 0.776*** (0.027) | 0.874*** (0.016) | 0.877*** (0.008) | 0.864*** (0.007) | 0.839*** (0.009) | 0.766*** (0.013) |
| $\ln(K_{t-1})$ | 0.073*** (0.011) | 0.034*** (0.008) | 0.041*** (0.005) | 0.047*** (0.004) | 0.056*** (0.005) | 0.088*** (0.008) |
| $\ln(R_{t-1})$ | 0.003 (0.002) | 0.003 (0.003) | 0.002 (0.002) | 0.003** (0.001) | 0.001 (0.002) | -0.000 (0.003) |
| $\ln(R_{t-1})$ $\times D_{300}$ | 0.001 (0.005) | 0.017*** (0.006) | 0.007* (0.004) | -0.001 (0.003) | -0.009** (0.004) | -0.015*** (0.004) |
| $\ln(E_{t-1})$ | 0.013** (0.006) | 0.006** (0.003) | 0.001 (0.003) | 0.009** (0.005) | 0.016*** (0.005) | 0.022*** (0.008) |
| $\ln(E_{t-1})$ $\times D_{300}$ | -0.002 (0.007) | 0.004 (0.007) | 0.004 (0.003) | -0.007 (0.006) | -0.010 (0.006) | -0.016* (0.009) |
| D_{300} | 0.035 (0.038) | -0.055 (0.038) | -0.027 (0.030) | 0.023 (0.028) | 0.074** (0.031) | 0.108*** (0.030) |
| D_{10} | 0.024 (0.026) | -0.001 (0.038) | 0.011 (0.026) | 0.003 (0.012) | -0.002 (0.023) | 0.010 (0.031) |
| D_{2007} | 0.030 (0.025) | -0.076* (0.040) | -0.019 (0.024) | 0.027 (0.017) | 0.058** (0.024) | 0.083*** (0.032) |
| D_{2008} | -0.072** (0.031) | -0.159*** (0.039) | -0.104*** (0.023) | -0.079*** (0.017) | -0.066*** (0.024) | -0.025 (0.041) |
| D_{2009} | -0.024 (0.025) | -0.146*** (0.034) | -0.061*** (0.021) | -0.032** (0.014) | -0.001 (0.025) | 0.108*** (0.040) |
| D_{2010} | -0.001 (0.022) | -0.048 (0.034) | -0.026 (0.020) | -0.030** (0.015) | 0.013 (0.022) | 0.047* (0.025) |
| D_{2011} | -0.056** (0.024) | -0.131*** (0.033) | -0.072*** (0.024) | -0.064*** (0.017) | -0.035* (0.021) | -0.032 (0.027) |
| D_{2012} | -0.050** | -0.062* | -0.055*** | -0.052*** | -0.028 | -0.012 |

| | | | | | | |
|-------------------------|--------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|------------------------------|
| D_{2013} | (0.022) -0.046** (0.021) | (0.032) -0.094*** (0.033) | (0.020) -0.046** (0.021) | (0.015) -0.036*** (0.012) | (0.023) -0.045** (0.018) | (0.025) -0.005 (0.027) |
| D_{2014} | -0.062*** (0.020) | -0.119*** (0.032) | -0.054*** (0.020) | -0.058*** (0.014) | -0.051** (0.021) | -0.041 (0.027) |
| 상수항 | 0.631*** (0.104) | 0.201* (0.108) | 0.253*** (0.061) | 0.395*** (0.043) | 0.588*** (0.063) | 0.861*** (0.081) |
| R^2 , Pseudo R^2 | 0.793 | 0.476 | 0.581 | 0.648 | 0.667 | 0.643 |
| 관측치 수 | 3,422 | 3,422 | 3,422 | 3,422 | 3,422 | 3,422 |

주: 1) *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

2) 괄호 안은 robust standard error.

3) D_{ii} : 산업부문(중분류) 더미변수(ii : 중분류 분류기호)

4) D_{yyyy} : 연도 더미변수

Abstract

The Mediating Effect of Firm Size and Impact of External R&D Investment

Kyung-ho Kim

Dept. of Agricultural Economics and Rural Development

The Graduate School

Seoul National University

Innovation enhances corporate performance, and R&D investment is an essential input to innovation. Increasing of technological complexity and reduction of product lifecycles have made external R&D investments, in which companies entrust R&D activities to external organizations, attractive. External R&D investment is one of Open Innovation strategies that utilizes outside resources for innovative activities.

The purpose of this study is to analyze the effect of external

R&D investment on firm productivity. This study also aim to analyze the effect of firm size on external R&D performance. External R&D has been used as a means to reduce time spent on innovative activities and to improve cost efficiency. External R&D also serves as an opportunity to diversify the firm's knowledge resources by exploiting research capabilities outside of the firm. The determinants of external R&D and the impact of external R&D on innovative performance have been analyzed by several studies. However, the size of company was considered as a determinant of external R&D only, the mediating effect of firm size on innovative performance was not investigated in most studies. Therefore, this study analyzed the impact of external R&D on firms' productivity considering mediating effects of firm size.

To analyze the role of external R&D, we reviewed the previous studies to find the contribution of external R&D on innovation and to recognize the differences between external R&D and internal R&D. In addition, we set up models for R&D investment and firms' productivity, and also discussed the estimation of firms' productivity based on firm level data.

In empirical analysis, using the manufacturing enterprise data of the "Survey of Business Activities" from 2006 to 2015, we estimated the production function of entire manufacture sample and each manufacturing sector classified by technology level, and derived total factor productivity(TFP) for each companies. Furthermore, we analyzed the determinants of estimated TFP and

confirmed the effects of external R&D and the mediating effects of firm size. For regression methods, we utilized quantile regression model as well as ordinary least squares(OLS) to reflect heterogeneous impacts of external R&D investment by firms' productivity level.

The results of the empirical analysis are as follows. First, external R&D investment contributed positively to firms' productivity. OLS coefficients of external R&D investment were positive except for the low - tech manufacturing industry. In the low - tech manufacturing industry, however, coefficients of quantile regression were significantly positive, meaning external R&D investment enhanced firms' productivity. Since internal R&D investment has been controlled, this results reveal the inherent effects of external R&D activity.

Second, mediating effects of firm size on external R&D investment did not contribute to productivity, or even if it contributed, its' effect was weaker than that of internal R&D. This implies that the external R&D effect does not vary significantly depending on the firm size. This is because external R&D activities are relatively easy to perform. In order to carry out internal R&D activity, R&D manpower should be maintained along with continuous physical investment. However, external R&D can be carried out with relatively small amount of inputs and does not require management of entire R&D process. Therefore, SMEs lacking their own research capacity can improve firms' productivity through external R&D investment, if

they have a certain level of absorptive capacity. This results provide a rational basis for the implementation of Open Innovation activities by SMEs.

The results of this study suggest that external R&D is an effective means of innovation. Therefore, policies, which support cooperative partners searching through inter-firms networks, can enhance innovative performance by easing access to external R&D opportunities. In particular, the analysis of the mediating effects of firm size reveals that SMEs can also benefit from these supportive policies.

keywords : external R&D, firm size, total factor productivity(TFP), quantile regression

Student Number : 2016-21478